

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra informatiky**

**Konstrukce výkresové dokumentace**  
**pro solární elektrárny**  
**Individual Construction of Solar**  
**Factory Design Planes**

2012

Bc. Martin Gardoň

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra informatiky

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Martin Gardoň**  
Studijní program: N2647 Informační a komunikační technologie  
Studijní obor: 2612T025 Informatika a výpočetní technika  
Téma: **Konstrukce výkresové dokumentace pro solární elektrárny**  
**Construction of Solar Factory Design Planes**

### Zásady pro vypracování:

Diplomová práce je zaměřena na problematiku podpory výstavby solární elektrárny. Práce navazuje na další řešení v této problematice.

Cílem práce je sestavit sadu modelů solárních elektráren a jejich následná korektní vizualizace pro účely vyhotovení projektové dokumentace. Výsledné řešení bude dostupné prostřednictvím internetu běžným zákazníkům. Řešení může sloužit k orientačním kalkulacím nebo jako základ pro podání žádosti o připojení, případně úvěr. V současné době neexistuje jiné obdobné řešení na českém internetu poskytované zdarma.

1. Student se seznámí s problematikou návrhu solárních elektráren od malých instalací (chaty, rodinné domky) po solární farmy.
2. Student připraví sadu modelových zapojení solárních systémů, které budou reflektovat požadavky cílových skupin uživatelů.
3. Modely bude možné dynamicky měnit, upravovat jejich konfiguraci, počet jednotlivých komponent a dosažený výkon.
4. Řešení bude využívat základní koncept návrhu fotovoltaického systému (Bc. práce Bílek 2010).
5. Výsledkem implementace bude výkresová dokumentace, zaměřená na zapojení solární soustavy, výkresy sloužící k instalaci a rozmístění solárních panelů.
6. Výkresová dokumentace bude generována dynamicky na základě vstupních parametrů solárního systému.
7. Výkresy musí splňovat kritéria dle platných norem a předpisů pro výkresovou dokumentaci.
8. Implementace bude provedena v jazyce JAVA.
9. Výsledná dynamicky generovaná schémata bude možno následně upravit a modifikovat.
10. Celé řešení bude integrováno do projektu podpory výstavby solárních systémů.
11. Student porovná řešení s existujícími systémy.

Seznam doporučené odborné literatury:

Podle pokynů vedoucího diplomové práce.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Radoslav Fasuga, Ph.D.**

Datum zadání: 19.11.2010

Datum odevzdání: 04.05.2012



doc. Dr. Ing. Eduard Sojka  
vedoucí katedry



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty

## Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Dne: 4. 5. 2012

.....*Gardoni*.....  
podpis

# Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce Ing. Radoslavu Fasugovi, Ph.D. za cenné rady a všestrannou pomoc při jejím vypracování. Dále bych rád poděkoval Ing. Danielovi Minaříkovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky.

Děkuji

# Abstrakt

Diplomová práce popisuje v teoretickém úvodu významné komponenty fotovoltaické elektrárny. Dále je zde definován technický výkres, formáty technického výkresu použité v programu a schematické značky, které jsou potřebné pro sestavení základního zapojení fotovoltaické elektrárny. V další části jsou popsány aplikace, které se používají k vytváření fotovoltaické elektrárny, nebo se dají využít v jednotlivých fázích vytvoření fotovoltaické elektrárny. Dále jsou zde zmíněny použité technologie. V druhé části diplomové práce je podrobně popsán účel a důvod vytvoření aplikace pro konstruování výkresové dokumentace pro solární elektrárny, analyzována struktura tabulek, způsob komunikace s informačním systémem a funkce aplikace. Následující kapitola se zabývá popisem grafického vzhledu aplikace s popsanými významnými funkcemi a metodami řešení důležitých částí aplikace. Dále jsou zde zmíněny minimální systémové a hardwarové požadavky.

## Klíčová slova

Java, Java applet, JGraph, fotovoltaická elektrárna

# Abstract

This thesis describes in the theoretical introduction the significant components of photovoltaic power plants. There is also defined a technical drawing and further technical drawing formats used in the program and schematic symbols which are necessary for the basic connection of photovoltaic power plants. The next section describes the types of applications that are used to create photovoltaic power plants, or can be used in different stages of a photovoltaic plant. Further, it discusses the used technologies. In the second part of the thesis is described in detail the purpose and reason to create an application for construction drawings for solar power plants, the analyzed structure of tables, the methods of communication with information system and the functions of the application. The following chapter deals with the description of graphic design of the application with described major functions and methods to address important parts of the application. Further, it discusses the minimum system and hardware requirements.

## Key words

Java, Java applet, JGraph, photovoltaic power plant

# Seznam použitých symbolů a zkratek

<b>E-R diagram</b>	„Entity Relationship Diagram “. Entitně-relační diagram, zobrazuje vztahy mezi evidovanými typy entit.
<b>HTML</b>	„Hypertext Markup Lanuage“. Jazyk pro vytváření internetových stránek.
<b>IO</b>	„Integritní omezení “. Mohou upřesňovat nejen hodnoty atributů, ale mohou se týkat i entit a jejich vazeb.
<b>IS</b>	„Informační systém “. Programový systém.
<b>Java Beans</b>	K vlastnostem instance třídy Java Bean se přistupuje pouze prostřednictvím setterů a getterů. Názvy pochází z pojmenování metod. Je-li ve třídě vlastnost (property) s názvem prop a hodnotou uloženou v privátní datové položce prop, potom se k ní přistupuje pomocí metod public TypPromenne getProp() a public void setProp(nová_hodnota). V případě proměnných booleovského typu (boolean) je možné (ne nutné) namísto getteru implementovat is metodu, tj. public boolean isProp(). Tyto metody se rozpoznávají a volají na beanu až při běhu programu - tedy není neobvyklé se dočkat výjimky, že požadovaná property nebyla nalezena.
<b>Model</b>	Doménově specifická reprezentace informací, s nimiž aplikace pracuje
<b>MySQL</b>	Databázový server.
<b>UML</b>	„Unified Modeling Language “. Jazyk primárně určený pro účely modelování softwarových systémů.
<b>View</b>	Převádí data reprezentovaná modelem do podoby vhodné interaktivní prezentaci uživateli.
<b>difúzní záření</b>	Záření odražené od okolí a atmosféry.
<b>gps</b>	„Global Positioning System“. Globální družicový polohový systém.
<b>jsp</b>	„JavaServer Pages “. Technologie poskytující jednoduchý a rychlý způsob pro vytvoření dynamického webového obsahu.
<b>http</b>	„Hypertext Transfer Protocol “. Internetový protokol používaný pro přenos informací.
<b>jpeg</b>	Standardní metoda ztrátové komprese používané pro ukládání počítačových obrázků ve fotorealistické kvalitě.
<b>png</b>	„Portable Network Graphics “. Grafický formát určený pro bezeztrátovou kompresi rastrové grafiky.
<b>svg</b>	„Scalable Vector Graphics “. Značkový jazyk a formát souboru, který popisuje dvourozměrnou vektorovou grafiku pomocí xml.

# Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>- 1 -</b>
<b>2</b>	<b>KOMPONENTY FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY .....</b>	<b>- 2 -</b>
2.1	FOTOVOLTAICKÝ PANEL .....	- 2 -
2.2	STŘÍDAČ .....	- 3 -
2.3	KONSTRUKCE .....	- 4 -
2.4	SOLÁRNÍ REGULÁTOR .....	- 5 -
2.5	AKUMULÁTOR .....	- 6 -
<b>3</b>	<b>TECHNICKÝ VÝKRES .....</b>	<b>- 7 -</b>
3.1	FORMÁTY TECHNICKÝCH VÝKRESŮ .....	- 7 -
3.2	TECHNICKÉ ZNAČKY .....	- 7 -
3.2.1	<i>Seznam použitých elektrotechnických značek:</i> .....	- 8 -
<b>4</b>	<b>APLIKACE PRO FOTOVOLTAIKU .....</b>	<b>- 10 -</b>
4.1	VÝPOČETNÍ PROGRAMY .....	- 10 -
4.1.1	<i>PV F-Chart</i> .....	- 10 -
4.2	SIMULAČNÍ PROGRAMY ČASOVÉHO KROKU .....	- 11 -
4.2.1	<i>PV*SOL</i> .....	- 11 -
4.3	SIMULAČNÍ SYSTÉMY .....	- 12 -
4.3.1	<i>INSEL</i> .....	- 12 -
4.4	DOPLŇKOVÉ PROGRAMY A DATOVÉ ZDROJE .....	- 13 -
4.4.1	<i>METEONORM</i> .....	- 13 -
4.5	NÁVRHOVÉ A SERVISNÍ PROGRAMY .....	- 13 -
4.5.1	<i>Návrhové programy</i> .....	- 14 -
4.5.2	<i>Servisní programy</i> .....	- 14 -
4.6	INTERNETOVÉ SIMULAČNÍ PROGRAMY .....	- 14 -
4.6.1	<i>PVWATTS Version 1</i> .....	- 14 -
<b>5</b>	<b>APLIKACE PRO TVORBU VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE .....</b>	<b>- 15 -</b>
5.1	AUTOCAD .....	- 15 -
5.2	MICROSOFT VISIO .....	- 15 -
<b>6</b>	<b>POUŽITÉ TECHNOLOGIE .....</b>	<b>- 16 -</b>
6.1	JAVA .....	- 16 -
6.1.1	<i>Java applet</i> .....	- 16 -
6.1.2	<i>JGraph</i> .....	- 16 -
6.2	XML .....	- 17 -
<b>7</b>	<b>SPECIFIKACE POŽADAVKŮ NA VLASTNÍ IMPLEMENTACI .....</b>	<b>- 18 -</b>
7.1	PROČ? .....	- 18 -
7.2	K ČEMU? .....	- 18 -
7.3	VSTUPY .....	- 18 -
7.4	VÝSTUPY .....	- 18 -
7.5	FUNKCE APLIKACE .....	- 19 -
7.6	NEFUNKČNÍ POŽADAVKY .....	- 20 -
<b>8</b>	<b>ANALÝZA .....</b>	<b>- 21 -</b>
8.1	DATOVÁ ANALÝZA .....	- 21 -



8.1.1	<i>E-R diagram</i>	- 21 -
8.1.2	<i>Lineární zápis typů entit</i>	- 22 -
8.1.3	<i>Lineární zápis typů vztahů</i>	- 22 -
8.1.4	<i>Datový slovník</i>	- 22 -
8.2	FUNKČNÍ ANALÝZA	- 28 -
8.2.1	<i>Diagram případů užití</i>	- 28 -
8.2.2	<i>Popis případů užití</i>	- 30 -
<b>9</b>	<b>IMPLEMENTACE</b>	<b>- 36 -</b>
9.1	MODUL PRO VYTVÁŘENÍ TECHNICKÝCH VÝKRESŮ	- 36 -
9.1.1	<i>Struktura modulu schematického zapojení</i>	- 36 -
9.1.2	<i>Popis významných funkcí modulu schematického zapojení</i>	- 37 -
9.1.3	<i>Struktura modulu popisu situace</i>	- 42 -
9.1.4	<i>Popis významných funkcí modulu popisu situace</i>	- 42 -
9.2	MODUL PRO VYTVÁŘENÍ SCHEMATICKÝCH ZNAČEK	- 46 -
9.2.1	<i>Struktura modulu</i>	- 47 -
9.3	DATABÁZE	- 47 -
9.3.1	<i>Načítání dat získaných z IS pro vytvoření schematického výkresu</i>	- 48 -
9.3.2	<i>Načítání dat získaných z IS pro popis situace</i>	- 53 -
9.3.3	<i>Načtení uloženého zapojení</i>	- 55 -
9.3.4	<i>Načtení schematické značky</i>	- 56 -
9.3.5	<i>Ukládání dat</i>	- 56 -
9.4	POŽADAVKY	- 57 -
9.5	MINIMÁLNÍ HARDWAROVÉ POŽADAVKY	- 57 -
9.6	MINIMÁLNÍ SOFTWAREOVÉ POŽADAVKY	- 57 -
<b>10</b>	<b>ZÁVĚR</b>	<b>- 58 -</b>
	SEZNAM LITERATURY	- 59 -
	SEZNAM PŘÍLOH	- 61 -

# Seznam obrázků

Obrázek 1: Monokristalický panel [15] .....	3
Obrázek 2: Polykristalický panel[16] .....	3
Obrázek 3: Tenkovrstvý panel [17] .....	3
Obrázek 4:Střídač [18] .....	- 4 -
Obrázek 5:Konstrukce [19] .....	- 5 -
Obrázek 6:Solární regulátor [20] .....	- 5 -
Obrázek 7:PV-F Chart .....	- 10 -
Obrázek 8:PV*SOL Expert .....	- 12 -
Obrázek 9:INSEL .....	- 13 -
Obrázek 10:E-R Diagram .....	- 21 -
Obrázek 11:Diagram případů užití .....	- 29 -
Obrázek 12:Zadejte formát výkresu .....	- 36 -
Obrázek 13:Změna formátu výkresu .....	- 36 -
Obrázek 14:Přehledové schéma fotovoltaického systému .....	- 37 -
Obrázek 15:Spojování komponent .....	- 38 -
Obrázek 16>Editace spoje .....	- 38 -
Obrázek 17: Přetažení střídače .....	- 39 -
Obrázek 18: Přepočítej .....	- 39 -
Obrázek 19: Editace schematické značky .....	- 40 -
Obrázek 20: Schéma zapojení on-grid fotovoltaické elektrárny .....	- 40 -
Obrázek 21: Schéma zapojení off - grid fotovoltaické elektrárny .....	- 41 -
Obrázek 22: Editace počtu konstrukcí .....	- 42 -
Obrázek 23: Popis situace rozvržení konstrukcí na plochu .....	- 42 -
Obrázek 24: Umístění první řady konstrukcí .....	- 43 -
Obrázek 25: Umístění první řady konstrukcí v situaci stejné orientace vektorů .....	- 44 -
Obrázek 26: Rotace polygonu v prostoru .....	- 45 -
Obrázek 27: Popis situace pozemku .....	- 46 -
Obrázek 28: Modul pro vytvoření schematických značek .....	- 47 -
Obrázek 29: Komunikace s DB .....	- 48 -
Obrázek 30:Načítání dat .....	- 49 -
Obrázek 31:Načtení dat pro vytvoření popisu situace .....	- 54 -
Obrázek 32:Ukládání dat .....	- 56 -

# Seznam tabulek

Tabulka 1: Formáty výkresů podle normy ČSN EN ISO 216 řady A .....	- 7 -
Tabulka 2: Tabulka schematických značek .....	- 9 -
Tabulka 3: Funkce aplikace .....	- 20 -
Tabulka 4: Typ entity symbol .....	- 22 -
Tabulka 5: Typ entity saveimagesongrid .....	- 23 -
Tabulka 6: Typ entity saveimagesoffgrid .....	- 24 -
Tabulka 7: Typ entity ppowerongrid .....	- 26 -
Tabulka 8: Typ entity ppoweroffgrid .....	- 28 -

# Seznam rovnic

Rovnice 1: Úhel svíraný dvěma vektory .....	- 43 -
Rovnice 2: Vektorové posunutí konstrukce po ose x .....	- 44 -
Rovnice 3: Vektorové posunutí konstrukce (zjednodušení) po ose x.....	- 44 -
Rovnice 4: Vektorové posunutí konstrukce po ose y .....	- 44 -
Rovnice 5: Vektorové posunutí konstrukce (zjednodušené) po ose y .....	- 44 -
Rovnice 6: Velikost proměnné pro posunutí na ose y .....	- 45 -
Rovnice 7: Umístění první řady konstrukcí.....	- 45 -
Rovnice 8: Rotace v prostoru .....	- 45 -

# 1 Úvod

Tato práce se zabývá vývojem softwaru, jehož úkolem je vytvořit výkresovou dokumentaci pro solární elektrárny. Solární elektrárnou je v této diplomové práci myšlena fotovoltaická elektrárna. Její výkresová dokumentace se skládá ze schématu zapojení fotovoltaické elektrárny a popisu situace rozmístění konstrukcí na uživatelem zadaný pozemek. Zapojení fotovoltaické elektrárny je možno generovat automaticky, nebo jej lze sestavit manuálně. Tento software je navržen jako applet, který bude pracovat na internetu a v této fázi bude komunikovat se softwarem IS Fotovoltaika od kolegy Bc. Bílka. Software IS Fotovoltaika je vyvíjen současně s mou aplikací. IS Fotovoltaika je využíván pro získávání informací o fotovoltaických elektrárnách, které si uživatel vytvořil. Následně je jeho výběr vizualizován a je možné jej zpětně modifikovat, ukládat pro pozdější spuštění a exportovat do rastrového formátu png, nebo do vektorového formátu svg.

Diplomová práce je rozdělena do několika částí. První část podrobně popisuje základní komponenty fotovoltaické elektrárny. Druhá část definuje technický výkres. Obsahuje seznam schematických značek, které musí daný informační systém appletu nabídnout pro jeho bezproblémovou funkčnost při vytváření výkresové dokumentace pro fotovoltaické elektrárny. Ve třetí části stručně popisují jednotlivé programy, které se používají k vytváření fotovoltaické elektrárny, nebo se dají využít v jednotlivých fázích vytvoření fotovoltaické elektrárny. Čtvrtá část se zabývá stručným popisem vizualizačních nástrojů. Pátá část se zabývá použitými technologiemi, zejména vizualizační knihovnou JGraph. Šestá a sedmá část se zabývá zadáním a analýzou dané aplikace. Osmá část popisuje implementaci samotné aplikace s popisem významných funkcí a popisem výstupních výkresů. Devátá část obsahuje celkové zhodnocení diplomové práce s možnostmi jejího dalšího rozšíření.

## 2 Komponenty fotovoltaické elektrárny

Fotovoltaická elektrárna je soubor zařízení pomocí kterých se vyrábí elektrická energie. Mezi významné komponenty fotovoltaických elektráren (on - grid, off - grid) patří:

- Fotovoltaický panel
- Střídač
- Konstrukce
- Solární regulátor
- Akumulátor

Fotovoltaická elektrárna může také obsahovat přepětové a frekvenční ochrany, jak na stejnosměrné straně, tak na střídavé straně. Dále může obsahovat měřicí zařízení. Tyto prvky však nejsou pro činnost fotovoltaické elektrárny nezbytné. Jednotlivé významné komponenty fotovoltaické elektrárny jsou popsány níže.

### 2.1 Fotovoltaický panel

Pro získání elektrické energie ze slunce je nutné přeměnit energii fotonů (slunečního záření) v energii volných elektronů (elektrický proud). Proto, abychom byli schopni tuto činnost provést, potřebujeme:

- volné elektrony
- elektrický potenciál (pole), který je uveden směrem ze zdroje do spotřebiče.

Výroba elektrické energie prostřednictvím fotovoltaických panelů je založena na fotovoltaickém jevu. Fotovoltaický jev je fyzikální jev, při němž dochází ke vzniku volných elektronů, které jsou uvolňovány z látky (nejčastěji kovu) v důsledku absorpce elektromagnetického záření látkou. Čili, pokud ozařujeme povrch kovu zářením, tak dochází k uvolnění elektronů z jeho povrchu. Pokud je energie záření dostatečná, vylétne elektron z povrchu kovu a zanechá po sobě v kovu kladný náboj.

Nositelem fotovoltaického jevu jsou v našem případě fotovoltaické panely. Panel musí zajistit hermetické zapouzdření solárních článků, aby byla zajištěna jejich dostatečná mechanická a klimatická odolnost (např. vůči silnému větru, krupobití, mrazu atd.). Mezi nejrozšířenější fotovoltaické panely v dnešní době patří křemíkové panely. Výběr křemíku, jako nejpoužívanějšího materiálu, souvisí s tím, že se z něj dělá většina polovodičových součástek a technologie výroby tohoto materiálu je dobře zvládnutá. Rozdílným způsobem zpracování křemíku lze vyrobit monokrystalické, polykrystalické a tenkovrstvé solární články. V praxi jsou používány především polykrystalické panely. Fotovoltaický panel je schopen vyrábět elektrickou energii také bez přímého osvětlení na základě difuzního záření, které je v ČR převládající.

#### **Rozdíly mezi články:**

Rozdílem mezi monokrystalickým a polykrystalickým článkem je především jejich vzhled a také jejich účinnost. Polykrystalická buňka je zbarvená modře a je ve tvaru čtverce. Účinnost polykrystalických modulů je 12-14%. Účinnost monokrystalických článků je mezi 12-16%, ale využití

plochy modulu není vzhledem k tvaru tak dokonalé. Tedy dá se říct, že účinnost obou výše zmíněných modulů je obdobná. Články z tenkovrstvého křemíku se vyrábějí tak, že je tenká vrstva křemíku nanесena na sklo nebo fólii. Účinnost tohoto typu článku je 6-10%.

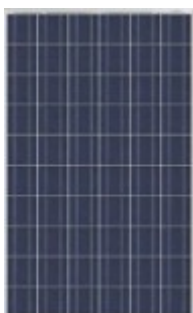
Fotovoltaické panely je vhodné, v naší zeměpisné šířce, orientovat směrem na jih (+/- 15°) pod úhlem sklonu přibližně 30-40° od vodorovné roviny podle typu panelu. Důležitý je i výběr lokality umístění fotovoltaického systému s největší možnou roční svítivostí. Jeden kilowatt instalovaného výkonu krystalické technologie vyprodukuje průměrně cca 900-1100kWh za jeden rok.[8]

#### **Důležité veličiny:**

- $U_{mpp}$  - napětí v bodě maximálního výkonu
- $U_0$  - napětí naprázdno
- $U_{sys}$  - maximální napětí systému panelů
- $I_{mpp}$  - proud v bodě maximálního výkonu
- $I_{sc}$  - zkratový proud
- $P_n$  - jmenovitý výkon
- **Účinnost** - účinnost panelů
- **Teplotní koeficient** - udává změnu napětí v závislosti na změně teploty.



Obrázek 1: Monokrystalický panel [15]



Obrázek 2: Polykrystalický panel [16]



Obrázek 3: Tenkovrstvý panel [17]

## **2.2 Střídač**

Výstupní proud z fotovoltaického panelu je stejnosměrný. Je nutné jej převést na proud střídavý o parametrech elektrické sítě (230/400V 50Hz). Pro tento převod vkládáme do elektrického obvodu zařízení, které se nazývá střídač. V závislosti na velikosti elektrárny, může kromě funkce přeměny elektrického proudu a napětí plnit také funkci ochrannou, kdy monitoruje napětí, frekvenci sítě a v případě výpadku, nebo nedodržení kvalitativních požadavků na vyrobenou elektřinu, elektrárnu od sítě odpojit. Každý kvalitní střídač dnes obsahuje jeden nebo více MPP (maximal power point) trackerů, což je funkce aktivního hledání optimálního pracovního bodu změnou vstupního odporu střídače a tím získání co možná nejlepšího výkonu fotovoltaického panelu při daném ozáření. Čím lepší a propracovanější je algoritmus hledání MPP trackeru, tím vyšší bude energetické využití

fotovoltaických panelů z fotovoltaického systému. Maximální účinnost dnešních střídačů se pohybuje kolem 96%.[9]

#### Důležité veličiny:

- **Rozsah  $U_{mpp}$**  - rozsah napětí, ve kterém je střídač schopen optimálně pracovat
- **Účinnost** - tato veličina udává z jakou účinností je střídač schopen převádět napětí z vstupu na výstup
- **Max.  $I_{dc}$**  - maximální možný proud přiváděný na vstup
- **Max.  $U_{dc}$**  - maximální možné napětí vstupu
- **Max.  $P_{dc}$**  - maximální možný výkon na vstupu
- **Max.  $I_{ac}$**  - maximální možný výstupní proud
- **Max.  $U_{ac}$**  - maximální možné výstupní napětí
- **Max.  $P_{ac}$**  - maximální možný výstupní výkon



Obrázek 4: Střídač [18]

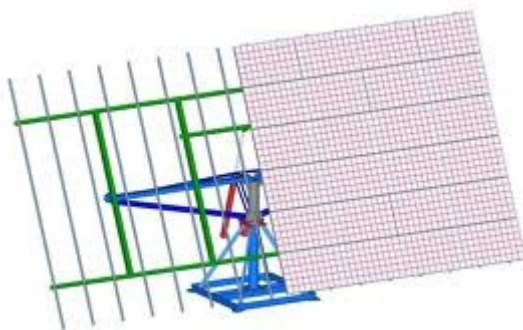
## 2.3 Konstrukce

Další důležitou komponentou fotovoltaické elektrárny je nosná konstrukce pro panely. Informace o konstrukcích jsem získal ze stránek společnosti Isofen energy s.r.o.[9] Konstrukční systémy se dají rozdělit na:

- **Konstrukce pro sedlové střechy** - tento typ konstrukce je vhodný pro malé instalace na rodinné domy se sedlovou střechou, se sklonem přibližně 35°. Nosným prvkem zde jsou hliníkové profily přichycené speciálními háky ke konstrukci střechy. K těmto profilům jsou připevněny fotovoltaické panely. Tato konstrukce je jedna z nejpoužívanějších zejména pro její jednoduchost, snadnou montáž a nízkou cenu.
- **Konstrukce pro ploché střechy** - tyto konstrukce jsou tvořeny ocelovými pozinkovanými profily trojúhelníkového tvaru, které jsou vzájemně "zavětrované" a podélně spojené hliníkovým profilem pro uchycení fotovoltaických panelů. Konstrukce se ke střeše přichycuje buď na pevno kotvami, nebo se zatíží betonovými bloky či dlaždicemi. Jedná se o nákladnější řešení než použití konstrukce pro sedlové střechy.
- **Konstrukce pro volná prostranství** - obdobné řešení jako u plochých střech se používá u větších elektráren postavených na volných prostranstvích s tím rozdílem, že konstrukce se spojuje pevně se zemí, a to, buď závrtnými šrouby, pozinkovanými profily zatlačenými do země, nebo betonovými základy. Tyto konstrukce bývají



komplikované a nákladné, protože musejí odolávat mnohem tvrdším povětrnostním podmínkám a vlivům jako je například krupobití atd.



Obrázek 5:Konstrukce [19]

## 2.4 Solární regulátor

Solární regulátor je zařízení, které slouží k regulaci a řízení toku energie mezi fotovoltaickou instalací akumulátorem a zátěží. Základní funkcí solárního regulátoru je stabilizace napětí přicházejícího z fotovoltaických panelů na hodnotu, která je optimální pro dobíjení akumulátoru. Ve chvíli, kdy jsou akumulátory dobity, regulátor odpojí akumulátor, aby nedocházelo k jeho přebíjení a tím se nesnižovala jeho životnost. Regulátor kontroluje aktuální stav baterie a udržuje akumulátor v optimálním nabitém stavu. Ve chvíli, kdy napětí nebo výkon fotovoltaických panelů poklesne pod hodnotu, která je únosná pro nabíjení akumulátoru, regulátor odpojí akumulátor, nebo začne využívat jeho akumulovanou energii. Solární regulátory, závislé na daném typu, mohou obsahovat velké množství dalších funkcí, jako je například spuštění elektrického spotřebiče s velkým příkonem v době, kdy solární panely produkují velké množství elektrické energie.[10]



Obrázek 6:Solární regulátor [20]

## 2.5 Akumulátor

Mezi volitelnou součást fotovoltaické elektrárny typu on - grid a velmi výhodnou součást elektrárny typu off - grid patří akumulátory. Tato komponenta se používá při takzvaném off - grid zapojení, kdy vyrobená energie získána z fotovoltaických panelů není dodávána přímo do elektrické sítě, ale dochází k její akumulaci.

### Používané typy akumulátorů:

**Olověné akumulátory** - jedná se o nejčastěji používaný typ akumulátorů. Tyto akumulátory se od klasických autobaterií liší tím, že jsou optimalizovány na hluboké vybíjení. V dnešní době jsou velmi oblíbené uzavřené akumulátory s elektrolytem nasáklým v porézní hmotě nebo elektrolytem ve formě tixotropního gelu. Tyto akumulátory vodu neztrácí a nazývají se bezúdržbové. Akumulátory jsou dostupné jak ve formě 2V monobloků, tak i ve formě 6V a 12V.

**Lithium iontové akumulátory** - akumulátory tohoto typu jsou pro fotovoltaické elektrárny prozatím velmi drahé. Své využití dnes mají u elektrických automobilů, protože dosahují dnes jen asi 20% hmotnosti běžného bezúdržbového olovnatého akumulátoru. Během provozování akumulátoru musí být zajištěno, aby nemohlo dojít k jeho přílišnému vybití, které je dokáže spolehlivě zničit. Jištění je například zajištěno pomocí elektronického monitorovacího systému, což dále může navýšit cenu oproti výše zmíněnému akumulátoru. Hlavní nevýhodou tohoto typu akumulátoru jsou jeho vysoké nároky na jeho parametry provozu a zejména jeho náchylnost k výbuchu, či zahoření vlivem nedodržení předepsaných provozních podmínek. [12]

### 3 Technický výkres

**Definice 3.1** *Technický výkres je výkres používaný převážně ve strojírenství, elektrotechnice a stavebnictví, kreslený ve vhodně zvoleném měřítku a obsahující všechny informace nutné pro výrobu konkrétní součásti, stroje, realizaci stavby apod.[7]*

Ve své aplikaci jsem vytvořil technický výkres, který se snaží dodržovat pravidla pro tvorbu technických výkresů podle normy ČSN EN ISO 5457 [13]. Touto normou jsem se inspiroval pro vytvoření vlastního orámování výkresů a vlastního popisného pole.

#### 3.1 Formáty technických výkresů

Používám formáty výkresů, které se rozměrově přibližují k formátům výkresů podle normy ČSN EN ISO 216 [14] řady A. Pro efektivní využití prostoru daného výkresu jsou formáty papírů v aplikaci vykresleny na šířku. (Tabulka 1)

Označení	Rozměry (mm)
A0	1189 x 841
A1	841 x 594
A2	594 x 420
A3	420 x 297
A4	297 x 210

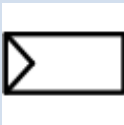





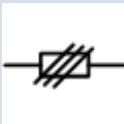


Tabulka 1: Formáty výkresů podle normy ČSN EN ISO 216 řady A




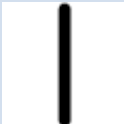
Většina tiskových příslušenství podporuje rozlišení 72 dpi (bodů na palec), což znamená, že každý pixel, který je na kreslicím plátně vykreslen zabírá hodnotu 1/72 palce. Pro toto rozlišení jsou upraveny rozměry formátů výkresů, aby se co nejvíce přibližovaly rozměrům výkresů stanovených v normě ČSN EN ISO 216 řady A.

#### 3.2 Technické značky

Účelem technických značek je vizualizace jednotlivých elektrotechnických zařízení. V následující tabulce zobrazuji seznam značek, které jsou použity v mém programu.(Tabulka 2)

### 3.2.1 Seznam použitých elektrotechnických značek:

Název	Značka	Název v programu
Fotovoltaický panel (horizontální)		fvPanelH
Uzel		uzel
Střídač		stridac
DC rozvaděč		DCrozvadec
Měření zařízení		mereni
Pojistka 1 fázová (horizontální)		pojistka1FazovaH
Pojistka 3 fázová (horizontální)		pojistka3FazovaH
Pojistka 3 fázová (vertikální)		pojistka3FazovaV
Rozpadové místo (vertikální)		rozpadMistoV

Název	Značka	Název v programu
<b>Regulátor</b>		regulator
<b>Akumulátor</b>		akumulator
<b>Jistič</b> (horizontální)		jisticH
<b>DC sběrnice</b>		dcSbernice

Tabulka 2: Tabulka schematických značek

## 4 Aplikace pro fotovoltaiku

S potřebou výroby fotovoltaických elektráren, se objevila snaha vytvářet software pro urychlení a automatizaci návrhu pro rozmístění a simulování výkonu fotovoltaických elektráren a výpočtu zisku z nich.

Informace o převážné většině programů popsanych níže, jsem získal z knihy Planning & Installing Photovoltaic Systems [1].

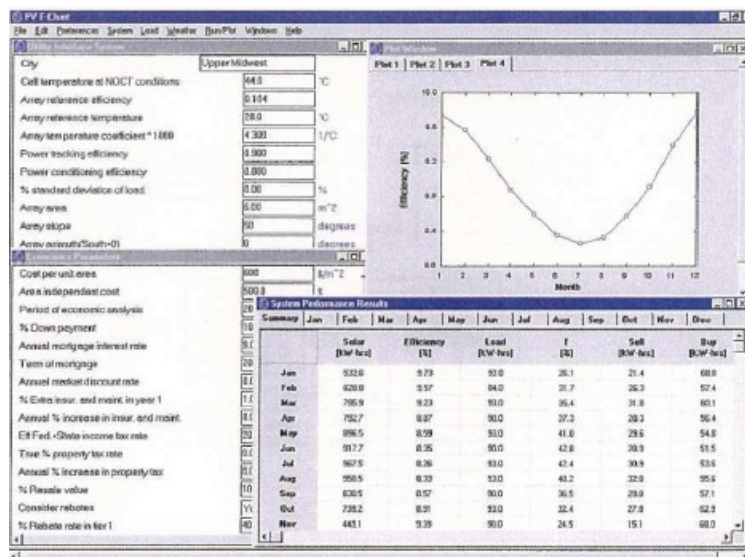
Aplikace, které se zabývají problematikou návrhu, výpočtu zisku a simulací při vytváření fotovoltaických elektráren, je možno rozdělit do následujících skupin.

### 4.1 Výpočetní programy

Tato skupina programů je založena hlavně na statistických metodách v kombinaci s hrubými výpočty. Jejich cílem je poskytnout výsledek velmi rychle. Bohužel, tyto programy nejsou dostatečně flexibilní a dají se použít pouze pro standardní systémy. Jako zástupce z této sady aplikací jsem se rozhodl uvést aplikaci PV F-Chart, jejíž demo verzi je možno si bezplatně stáhnout z internetu.

#### 4.1.1 PV F-Chart

Tento program umožňuje analyzovat a navrhovat fotovoltaické systémy. PV F-Chart poskytuje odhady průměrného výkonu fotovoltaického systému pro jednotlivé hodiny každého dne v měsíci. Software také obsahuje data o počasí na více než 300 místech na naší planetě, s možností přidat další místa. Výpočty jsou založeny na metodách vyvinutých na Univerzitě ve Wisconsinu. Demo verze nabízí pouze 6 lokalit.



Obrázek 7:PV-F Chart

## 4.2 Simulační programy časového kroku

Simulační programy časového kroku jsou široce používané programy, díky jejich široké škále použití. Tyto programy používají modely, které slouží k simulaci chodu reálného systému, tak přesně, jak je to jen možné. Výpočet chování reálného systému je založen na časové řadě vstupních dat, které jsou obvykle zaznamenávány v hodinových intervalech. Modely existují pro různé prvky, jako jsou, fotovoltaické panely, střídače a baterie. Simulace reálného systému se provádí pro hodinové, nebo kratší intervaly za použití dat o slunečním záření, teplotě, a jestliže je to vhodné, tak i data o spotřebě pro typické období (obvykle jeden rok). Tyto programy vyžadují delší výpočetní dobu než výpočetní programy. Nicméně díky neustálému zvyšování výpočetního výkonu počítačů se stává tato nevýhoda zanedbatelnou. Simulační programy časového kroku jsou podstatně flexibilnější než výpočetní programy.

### 4.2.1 *PV\*SOL*

PV\*SOL je uživatelsky přátelský systém pro navrhování dynamické simulace a výpočet ekonomických zisků z fotovoltaických elektráren. V následujících kapitolách jsou popsány jednotlivé verze tohoto softwaru. Bližší informace o těchto verzích můžete získat na internetových stránkách [Solarsoftware.cz](http://Solarsoftware.cz) [2].

Program existuje ve třech dostupných verzích:

#### **PV\*SOL express**

Software je určen pro jednodušší instalace zejména na rodinných domech. S možností prodeje elektřiny do sítě. Software však dokáže navrhnout fotovoltaický systém maximálně do výše 100kWp.

#### **PV\*SOL Pro**

Software umožňuje návrh expertních systémů, jejich výzkum a vývoj. Umožňuje také vytvořit návrh rozmístění fotovoltaických panelů podle fotografie. Zahrnuje podrobnou ekonomickou analýzu a projektovou dokumentaci.

#### **PV\*SOL Expert**

Software obsahuje funkce svých předchůdců a navíc ještě umožňuje 3D vizualizaci, podrobnou analýzu stínění ve 3D a součástí zprávy je barevná 3D vizualizace.



Obrázek 8:PV\*SOL Expert

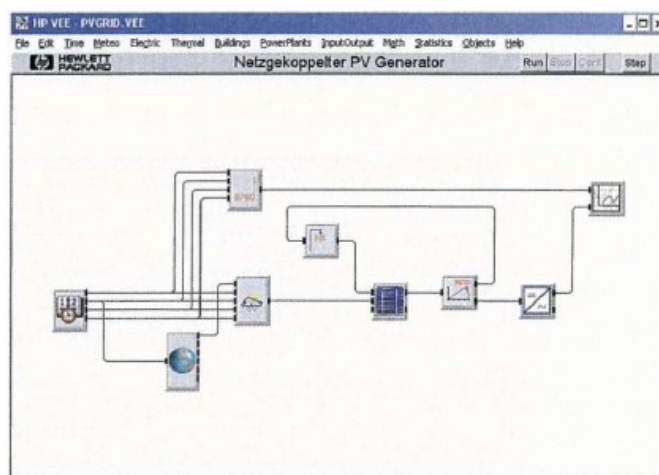
## 4.3 Simulační systémy

Simulační systémy jsou programy, které jsou potřebné pro simulaci systémů, které přesahují možnosti Simulačních programů časového kroku. V těchto softwarech je umožněno uživateli přidat do výpočtů vlastní moduly. Uživatel zadává data do simulace pomocí vzorců nebo diagramů. Nejznámějším simulačním systémem je INSEL. Dále do této kategorie patří například program SMILE, nebo také TRNSYS, který se používá pro simulaci solárních systémů umístěných na budovách nebo na volném prostranství. Práce s touto skupinou aplikací vyžaduje zaškolení a je tedy určena pro profesionály. Zatímco i nezkušený uživatel používající program pro simulaci časového kroku je schopen vytvořit simulaci během několika hodin, pro použití simulačních systémů je potřeba školení v řádu dnů až týdnů. Jsou tedy vhodné spíše pro výzkumné a vývojové účely.

### 4.3.1 *INSEL*

Simulační prostředí Insel působí na trhu od roku 1990. Pro Insel byl vyvinut blokově orientovaný simulační jazyk, který je speciálně přizpůsoben pro simulaci elektrických systémů z obnovitelných zdrojů. Různé modely jsou realizovány v rámci jednotlivých bloků včetně výpočtu slunečního záření, solárních článků, baterií, čerpacích systémů, větrných generátorů a střídačů. Různé bloky mohou být graficky spojovány pomocí rozhraní HP VEE. Insel také obsahuje databázi měsíčního průměrného záření pro cca 2000 lokalit po celém světě. Insel je zejména určen pro výzkumné účely, dále simulování zvláštních případů, detailní analýzy simulací, nebo pro profesionály, kteří potřebují velkou flexibilitu.





Obrázek 9:INSEL

## 4.4 Doplnkové programy a datové zdroje

Tato kategorie obsahuje programy, které se zabývají výpočty a analýzou intenzity záření a stínivostí pro fotovoltaické panely. Také obsahuje knihovny prvků a údaje o počasí. Programy pro doplňování lokálních dat pro simulaci jsou například METEONORM, SHELL SOLAR PATH a SUNDI, které umožňují vytváření dat o slunečním záření a vykreslení diagramů trajektorie slunce nebo analyzovat stínivost. Doplnková data o počasí jsou dostupná online.

### 4.4.1 *METEONORM*

METEONORM byl vytvořen za účelem provádění výpočtu s meteorologickými daty. Ačkoliv většina programů má rozsáhlé knihovny, vybraná místa často musí být simulována, protože pro ně nejsou data k dispozici. S pomocí programu METEONORM je možné vypočítat nezbytné celkové záření a údaje o teplotě pro každé místo na světě. Kromě toho je možné určit relativní vlhkost a rychlost i směr větru. METEONORM obsahuje celosvětovou databázi pro simulaci energetických systémů, která je tvořena kombinací různých prověřených databází. METEONORM používá prostorový odhad založený na této komplexní databázi, která obsahuje data o počasí z nejméně 2400 meteorologických stanic na celém světě. Požadovaná data mohou být vypočítána pro vybranou lokalitu v hodinových intervalech. Výstupní data následných simulací se ukládají v hodinových intervalech v různých formátech, stejně jako ve formátu, který definuje uživatel. Výsledná data mohou být zobrazena v grafické podobě a také vytištěna.

## 4.5 Návrhové a servisní programy

Kromě simulačních programů, které navrhují a analyzují celý systém, se také používají návrhové a servisní programy, které poskytují informace o fotovoltaických systémech připojených do sítě a pomáhají s jejich návrhem.

#### **4.5.1    *Návrhové programy***

Různí výrobci střídačů nabízejí uživatelům další návrhové programy zdarma přes internet. Cílem výrobců střídačů je poskytnout více informací než obsahuje manuál k danému produktu, tzn. provozní vlastnosti a všechna možná zapojení. Tyto programy jsou většinou implementovány v aplikaci Microsoft Excel. Jeden z nejznámějších programů s názvem GenAu poskytuje výrobce střídačů, firma SMA.

##### **GenAu**

GenAu obsahuje databázi fotovoltaických modulů dostupných na trhu a střídačů SMA. Program umožňuje nalézt všechna možná zapojení fotovoltaických modulů a střídačů. Různé zapojení jsou testovány jestli vyhovují nejdůležitějším limitním hodnotám.

#### **4.5.2    *Servisní programy***

Komplexní servisní program nabízí výrobce střídačů SIEMENS s názvem SITOP. Stejně jako v případě online simulačních softwarů, servisní programy nemohou nahradit konzultaci s profesionálním specialistou na fotovoltaiku.

##### **SITOP**

Tento program má celou řadu funkcí, které výrazně ulehčují nalezení nejlepšího možného zapojení fotovoltaického systému za použití střídačů SIEMENS. Program vypočítá všechny rozumné možnosti zapojení, vyhodnotí je a umožní detailně analyzovat vybrané systémy.

### **4.6    Internetové simulační programy**

Existuje celá řada internetových programů pro online simulaci fotovoltaických elektráren. Tyto služby zdarma obvykle nabízejí omezené možnosti. Programy se často používají ke zlepšení servisních služeb určitých webových stránek. Jsou to obvykle dobře graficky zpracované, jednoduché programy, které poskytují přibližné výsledky. Nicméně obecně mají internetové simulační programy velmi omezenou funkčnost i přesnost výsledků. Programy jsou užitečné, protože poskytují prvotní informace pro standardní fotovoltaické systémy a hrubý odhad výnosů. Ačkoliv tyto aplikace ulehčují firmám zabývajících se výstavbou fotovoltaických panelů spoustu práce s poskytováním informací, mělo by být na příslušné webové stránce upozornění, že výpočty jsou pouze hrubé s limitovaným rozsahem a rozhodně nejsou náhradou za konzultaci s profesionálním specialistou na fotovoltaiku.

#### **4.6.1    *PVWATTS Version 1***

Internetová aplikace počítá vyrobenou elektrickou energii fotovoltaických systémů připojených do sítě. Běžný uživatel je schopen pomocí této aplikace rychle získat odhadovaný výkon své fotovoltaické elektrárny připojené do sítě a možný zisk, který mu tato fotovoltaická elektrárna přinese.

## 5 Aplikace pro tvorbu výkresové dokumentace

V této části bych rád zmínil dva nástroje pro vytvoření různých typů výkresů. První je expertní nástroj sloužící k vytvoření technických výkresů a druhý je nástroj distribuovaný firmou Microsoft k vytváření různých typů diagramů. Můj modul se snaží přiblížit svou funkcionalitou a jednoduchostí ovládání k aplikaci Microsoft Visio.

### 5.1 AutoCAD

Jedná se o profesionální software pro 2D a 3D projektování a konstruování, vyvinutý firmou Autodesk. AutoCAD je vývojové prostředí obsahující tzv. CAD systém, který umožňuje využití výpočetní techniky při konstrukčních pracích. Autodesk v dnešní době vyvíjí další profesionální produkty jako jsou:

- AutoCAD Mechanical - aplikace určena pro strojírenské 2D konstruování
- Autocad Mechanical Desktop - aplikace pro strojírenství umožňující modelování 3D
- AutoCAD Architecture (dříve Architecture Desktop) - aplikace pro architekty a projektanty.
- AutoCAD Civil 3D - aplikace pro územní plánování
- AutoCAD Map 3D - aplikace pro geografické informační systémy
- AutoCAD Raster Design - aplikace pro práci s rastrovými daty

AutoCAD je platformou pro vývoj uživatelských CAD aplikací.[11]

### 5.2 Microsoft Visio

Microsoft Visio je mohutný nástroj pro vytváření různých typů diagramů. Diagramy jsou kresleny do tzv. výkresů, které mohou čerpat data například z databází. Microsoft Visio umožňuje přehledně prezentovat diagramy reality a vytvářet různé typy dokumentací v mnoha částech lidského života, jako je například elektrotechnika, informatika, stavebnictví a ekonomika.

## 6 Použité technologie

K vytvoření aplikace pro konstrukci výkresové dokumentace pro solární elektrárny jsem použil programovací jazyk Java, komponentu pro vizualizaci JGraph a značkovací jazyk XML.

### 6.1 Java

Java je objektově orientovaný programovací jazyk, který vyvinula firma Sun Microsystem a představila jej 23. května 1995. Java je jedním z nejpoužívanějších programovacích jazyků na světě. Díky své přenositelnosti je používána pro programy, které mají pracovat na různých systémech, jako jsou například mobilní systémy, desktopové aplikace pro osobní počítače, internetové aplikace atd.

#### 6.1.1 *Java applet*

Applet je program napsaný v programovacím jazyce Java, který může být vložen například do HTML stránky. Když je povolena technologie Java v prohlížeči, zobrazí se stránka obsahující applet. Kód appletu je transformován do systému a vykonán JVM (Java Virtual Machine) prohlížeče. Java applet se vkládá do HTML stránky pomocí tagu <applet>. Podrobnější informace o Java appletu jsou popsány na webové stránce Code Samples and Apps Applets [3].

#### 6.1.2 *JGraph*

JGraph je vizualizační knihovna napsaná v jazyce JAVA. Umožňující jednoduché vykreslování technických výkresů, UML diagramů, finančních a sociálních sítí, map atd. JGraph vizualizace je založena na matematické teorii sítí a teorii grafů.

Během vývoje mého modulu byly zveřejněny nové verze JGraphu. Po snaze vytvořit modul s těmito novými verzemi jsem objevil závažné nedostatky. Tyto nedostatky jsem se snažil vyřešit s vývojovým týmem JGraphu, ale bohužel reakce na mé podněty byla velmi zdlouhavá. Proto jsem se rozhodl implementovat svůj modu v JGraphu verze 5.13.0.4. V následujících odstavcích popisují komponenty, interakci, rozvržení a implementaci JGraphu. Informace jsem čerpal z [4].

### **JGraph komponenty**

Nejvýznamnější komponentou JGraphu je buňka, která je v mém systému reprezentována technickými značkami a popisky. Buňka může být JGraphu reprezentována jakoukoliv Swing komponentou. Další komponentou jsou spojnice, které slouží k propojení jednotlivých vrcholů. Další částí jsou porty, které mohou být potomky daných buněk a slouží k samotnému propojení jednotlivých buněk mezi sebou.

### **JGraph Interakce**

Interakce v JGraph umožňuje změnit model grafu skrz aplikační GUI. JGraph podporuje přetahování, klonování buněk, měnění velikosti buněk, pohybování buněk v rámci plátna, seskupování více buněk dohromady atd.

## JGraph rozvržení

Buňky grafu mohou být rozvrženy kdekoliv v aplikaci. Mohou být také na nejvyšší úrovni jiné buňky. Určité aplikace potřebují prezentovat informace seřazené, nebo specificky seřazené ve struktuře. Jako například zajistit, aby se buňky nepřekrývaly a mohly být v určité vzdálenosti od sebe, nebo, aby buňky mohly být ve specifické pozici ve vztahu s jinou buňkou, které jsou obvykle spojeny mezi sebou hranou. Tuto činnost, kterou nazýváme rozvržení, můžeme použít různými způsoby pro pomoc uživatelům nastavit jejich graf. Pro needitovatelné grafy je proces rozvržení aplikovaný pouze na buňky. Pro grafy, které mohou být editované, umožňuje provádět uživatelům změny určitých buněk v určitých pozicích, použít znovu algoritmus rozvržení po každé změně grafu, nebo jej použít při editaci kompletního rozvržení grafu.

## Implementace JGraphu

V této části je zhruba popsáno, jak jsem použil JGraph ve své aplikaci. Konkrétně zde popíšu část použití JGraphu na kreslicím plátně.

Pro využití knihovny JGraph je nutné nejdříve vytvořit její instanci, v mém případě instanci třídy MyJGraph, která dědí ze třídy JGraph. V této třídě se nacházejí základní parametry pro komponentu JGraph. Vstupním parametrem pro vytvoření instance je třída GraphLayoutCache. Tato třída se používá zejména pro mapování buněk mezi vrstvou view a vrstvou model. Tato třída obsahuje jako vstupní parametry instance na třídy DefaultGraphModel a MyCellView. Pomocí třídy DefaultGraphModel můžeme získat informace o logické struktuře výkresu. Třída MyCellView slouží k vykreslení komponent na kreslicí plátno a je zde popsáno chování komponent při editaci a aktualizaci. MyCellView dědí ze třídy DefaultCellViewFactory.

Každá buňka, kterou chceme používat v knihovně JGraph musí mít svůj model a view.

Poslední nezanedbatelnou částí je vytvoření třídy dědicí z BasicMarqueeHandler, v tomto případě se nazývá StartAppletBasicMarqueeHandler. Tato třída slouží pro nastavení kompletního ovládání pracovní plochy pro myš.

## 6.2 XML

Jazyk XML byl navržen proto, aby poskytl uživatelům prostředky pro vyjádření dat způsobem, jenž by byl zcela nezávislý na jakékoliv platformě. Dalším hlediskem byla rozšiřitelnost, samopopisnost a důsledná konzistentnost. Jazyk XML poskytuje kromě samotných dat, také metadata, která dají přenášeným datům širší kontext. Data lze vložit do kontextu pomocí obklopujících značek, které definují datovou strukturu a poskytují dodatečné informace a atributy.[5]

## **7 Specifikace požadavků na vlastní implementaci**

### **7.1 Proč?**

V současné době je stále fotovoltaika považována jako jedna z nejšetrnějších možností výroby elektrické energie k okolnímu prostředí. Nyní již existují softwary, které jsou schopny sestavit fotovoltaickou elektrárnu, vypočítat její ekonomickou rozvahu a vytvořit schematické zapojení fotovoltaické elektrárny, ale tyto softwary jsou poněkud drahé a nejsou dostupné na internetu.

### **7.2 K čemu?**

Aplikace bude mít za úkol hned několik činností. Stěžejní funkcí je sestavení samotného schematického výkresu pro on-grid a off-grid elektrárnu. Daný výkres bude možno dále editovat, překreslovat a také měnit formáty výkresů, na které bude schéma zobrazeno. Další nepostradatelnou funkcí bude možnost při změně počtu panelů připojeného k danému střídači přepočítat vstupní výkon tohoto střídače a opět vytvořit základní schéma. Do aplikace bude možné přidávat a modifikovat stávající schematické značky. Aplikace bude schopna sestavit situační schéma zobrazující rozvržení fotovoltaických panelů s konstrukcemi na definovaném pozemku uživatele.

### **7.3 Vstupy**

Aplikace může být spuštěna v různých režimech, na základě rozdílných vstupních informací. Vstupy do systému jsou následující:

- XML dokument obsahující informace důležité pro sestavení schematického nákresu on - grid fotovoltaické elektrárny.
- XML dokument obsahující informace důležité pro sestavení schematického nákresu off - grid fotovoltaické elektrárny.
- XML dokument obsahující informace důležité pro sestavení situačního schématu zobrazujícího rozvržení fotovoltaických panelů s konstrukcemi
- pole bitů reprezentující kreslicí plátno.
- schematická značka součástky.

### **7.4 Výstupy**

- schematický výkres ve formátu png,nebo svg
- zapojení on- grid /off - grid elektrárny uložené v databázi
- situační schéma uložené v databázi
- schematický výkres
- schematická značka obsahující záchytné porty uložená v databázi

## 7.5 Funkce aplikace

Událost	Reakce
Zadejte formát výkresu	Uživatel vybere ze seznamu formát výkresu na nějž chce nakreslit technický výkres. V případě zvolení příliš malého formátu, aplikace nabídne uživateli výběr znovu.
Vytvoř výkres	Aplikace na základě zvoleného formátu a získaných dat z IS vytvoří technický výkres. Uživatel je schopen poté technický výkres modifikovat.
Práce s výkresem a značkami	Aplikace obsahuje operace pro seskupování, rozdělení, odstranění schematických značek. Aplikace dále umožňuje přiblížit, či oddálit kreslicí plátno a aktualizovat jej. Aplikace je schopna měnit velikost písma a typy čar.
Export	Uživatel zvolí název a typ souboru. Aplikace uloží obsah kreslicího plátna podle zvoleného formátu. Aplikace uloží takto exportovaná data do databáze.
Přepočítej	Uživatel vybere ze seznamu dostupných střídačů, nebo v případě když řetězce střídač neobsahují seznam DC regulátorů pro editaci. Aplikace zašle IS data potřebná pro přepočet výkonu daného zařízení.
Edituj značku	Uživatel vybere schematickou značku pro editaci. Aplikace nabídne uživateli počet portů na značce. Uživatel modifikuje počet portů. Aplikace edituje danou značku.
Vlož text	Uživatel zvolí pomocí kurzoru myši oblast, kam si přeje vložit text. Aplikace umístí na kreslicí plátno komponentu umožňující psaní textu.
Načti schematickou značku	Uživatel vybere schematickou značku. Aplikace

Událost	Reakce
	načte schematickou značku a zobrazí ji.
Ulož schematickou značku	Aplikace načte schematickou značku. Aplikace zašle uloženou schematickou značku do databáze.
Zobraz/Skryj porty	Aplikace zobrazí, nebo skryje záchytné porty na výkresu.

Tabulka 3: Funkce aplikace

## 7.6 Nefunkční požadavky

Aplikace bude implementována v programovacím jazyce Java za podpory frameworku JGraph. Aplikace bude pracovat rychle, bezchybně a bude dostupná na internetu. Aplikace bude komunikovat s IS, zejména však IS musí být schopen zaslat informace potřebné pro jeho spuštění a sestavení výkresů fotovoltaické elektrárny.



## 8 Analýza

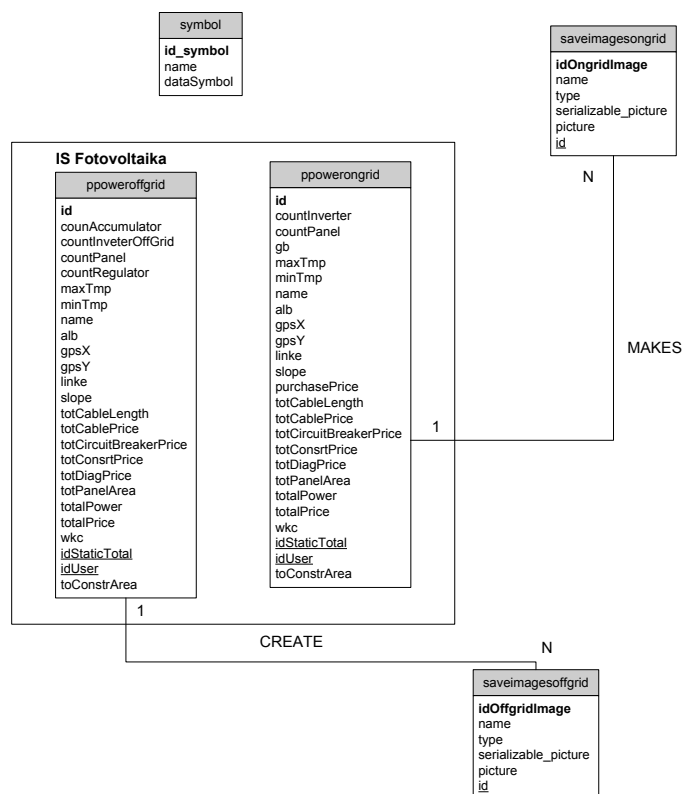
Analýza je důležitou částí vývoje softwaru. Bez řádně provedené analýzy může dojít při implementaci k velkým problémům a k velkému zdržení při dodání produktu, protože díky chybné, nebo neexistující analýze nemusí implementace být správná v první iteraci a musí se opakovat. Analýza usnadňuje a urychluje implementaci a přispívá k menší chybovosti. Je to opěrný bod implementace a testování.

### 8.1 Datová analýza

Aplikace potřebuje pro svou správnou funkcionalitu tři tabulky. První tabulka obsahuje schematické značky pro vytvoření technického výkresu. Další dvě tabulky obsahují seznam uložených schematických výkresů fotovoltaických elektráren typu on - grid a off - grid. Protože bylo vhodné, aby každý uživatel viděl jen své uložené fotovoltaické elektrárny, byly tabulky obsahující tyto informace provázány s tabulkami v IS.

#### 8.1.1 E-R diagram

V následující kapitole je uveden E-R diagram s popisem entit a vztahy mezi nimi. E-R diagram zachycuje veškeré tabulky, s kterými komunikuje applet. Dále jsou zde zaznamenány tabulky IS, které mají s tabulkami appletu vztah.



Obrázek 10:E-R Diagram

### 8.1.2 Lineární zápis typů entit

#### Primární klíč, cizí klíč

symbol (**idSymbol**, name, dataSymbol)

saveimagesongrid (**idOngridImage**, name, type, serializable\_picture, picture, id)

saveimagesoffgrid (**idOffgridImage**, name, type, serializable\_picture, picture, id)

ppowerongrid (**id**, countInverter, countPanel, gb, maxTmp, minTmp, name, alb, gpsX, gpsY, linke, slope, purchasePrice, totCableLength, totCircuitBreakerPrice, totConstrPrice, totDiagPrice, totPanelArea, totalPower, totalPrice, wkc, idStatisticTotal, idUser, totConstrArea)

ppoweroffgrid (**id**, countAccumulator, countInverterOffGrid, countPanel, countRegulator, maxTmp, minTmp, name, alb, gpsX, gpsY, linke, slope, totCableLength, totCablePrice, totCircuitBreakerPrice, totConstrPrice, totDiagPrice, totPanelArea, totalPower, totalPrice, wkc, idStatisticTotal, idUser, totConstrArea)

### 8.1.3 Lineární zápis typů vztahů

MAKES (ppowerongrid, saveimagesongrid) 1:N

CREATE (ppoweroffgrid, saveimagesoffgrid) 1:N

### 8.1.4 Datový slovník

#### Typ entity symbol

Typ entity symbol eviduje schematické značky, které používá modul pro vytvoření přehledového schématu zapojení fotovoltaické elektrárny. Schematické značky jsou pro bezproblémový přenos zakódovány pomocí datového formátu BASE64.

Atribut	Datový typ	Velikost (bajty)	Klíč	Null	Index	IO a popis
<b>idSymbol</b>	int	4	ano	ne	ano	Jednoznačné číslo schematické značky.
<b>name</b>	varchar	46	ne	ne	ne	Název schematické značky.
<b>dataSymbol</b>	longblob	2 <sup>32</sup>	ne	ne	ne	Schematická značka zakódovaná metodou BASE64.

Tabulka 4: Typ entity symbol

### Typ entity saveimagesongrid

Typ entity saveimagesongrid obsahuje seznam uložených technických výkresů fotovoltaické elektrárny typu on - grid.

Atribut	Datový typ	Velikost (bajty)	Klíč	Null	Index	IO a popis	
<b>idOngridImage</b>	int	4	ano	ne	ano	Jednoznačné číslo uloženého technického výkresu.	
<b>name</b>	varchar	46	ne	ne	ne	Název technického výkresu.	
<b>type</b>	varchar	46	ne	ne	ne	Formát technického výkresu.	
<b>serializable_picture</b>	longblob	2 <sup>32</sup>	ne	ne	ne	Serializovaný technický výkres zakódovaný metodou BASE64.	
<b>picture</b>	longblob	2 <sup>32</sup>	ne	ne	ne	Technický výkres v daném formátu zakódovaný metodou BASE64.	
<b>id</b>	int	4	ne	ne	ano	Jednoznačné číslo vytvořené fotovoltaické elektrárny. Cizí klíč z typu entity ppowerongrid.	

Tabulka 5: Typ entity saveimagesongrid

### Typ entity saveimagesoffgrid

Typ entity saveimagesoffgrid obsahuje seznam uložených technických výkresů off - grid fotovoltaické elektrárny.

Atribut	Datový typ	Velikost (bajty)	Klíč	Null	Index	IO a popis	
<b>idOffgridImage</b>	int	4	ano	ne	ano	Jednoznačné číslo uloženého technického výkresu.	
<b>name</b>	varchar	46	ne	ne	ne	Název technického výkresu.	

Atribut	Datový typ	Velikost (bajty)	Klíč	Null	Index	IO a popis
<b>type</b>	varchar	46	ne	ne	ne	Formát technického výkresu.
<b>serializable_picture</b>	longblob	2 <sup>32</sup>	ne	ne	ne	Serializovaný technický výkres zakódovaný metodou BASE64.
<b>picture</b>	longblob	2 <sup>32</sup>	ne	ne	ne	Technický výkres v daném formátu zakódovaný metodou BASE64.
<b>id</b>	int	4	ne	ne	ano	Jednoznačné číslo vytvořené fotovoltaické elektrárny. Cizí klíč z typu entity ppoweroffgrid.

Tabulka 6: Typ entity saveimagesoffgrid

### Typ entity ppowerongrid

Ppowerongrid obsahuje informace o vytvořené fotovoltaické elektrárně typu on -grid.

Atribut	Datový typ	Velikost (bajty)	Klíč	Null	Index	IO a popis
<b>id</b>	Int	4	ano	ne	ano	Jednoznačné číslo vytvořené fotovoltaické elektrárny.
<b>countInverter</b>	Int	4	ne	ne	ne	Počet střídačů fotovoltaické elektrárny.
<b>countPanel</b>	Int	4	ne	ne	ne	Počet panelů fotovoltaické elektrárny.
<b>gb</b>	Bit	8	ne	ne	ne	Zelený bonus.
<b>maxTmp</b>	Double	8	ne	ne	ne	Maximální teplota okolí.
<b>minTmp</b>	Double	8	ne	ne	ne	Minimální teplota okolí.

Atribut	Datový typ	Velikost (bajty)	Klíč	Null	Index	IO a popis
<b>name</b>	Vardar	256	ne	ano	ne	Název fotovoltaické elektrárny .
<b>alb</b>	Double	8	ne	ne	ne	Odrazivost.
<b>gpsX</b>	Double	8	ne	ne	ne	X -souřadnice.
<b>gpsY</b>	Double	8	ne	ne	ne	Y - souřadnice.
<b>linke</b>	Double	8	ne	ne	ne	Linkeho činitel zákalu atmosféry.
<b>slope</b>	Double	8	ne	ne	ne	Sklon panelů.
<b>purchasePrice</b>	Double	8	ne	ne	ne	Kupní cena.
<b>totCableLength</b>	Double	8	ne	ne	ne	Celková délka kabeláže.
<b>totCablePrice</b>	Double	8	ne	ne	ne	Celková cena kabeláže.
<b>totCircuitBreakerPrice</b>	Double	8	ne	ne	ne	Celková cena jističích prvků.
<b>totConstrPrice</b>	Double	8	ne	ne	ne	Celková cena konstrukcí.
<b>totDiagPrice</b>	Double	8	ne	ne	ne	Cena jednoho bloku.
<b>totPanelArea</b>	Double	8	ne	ne	ne	Celková plocha panelů.
<b>totalPower</b>	Double	8	ne	ne	ne	Celkový výkon fotovoltaické elektrárny.
<b>totalPrice</b>	Double	8	ne	ne	ne	Celková cena.
<b>wkc</b>	double	8	ne	ne	ne	Cena jednoho vyrobeného wattu.
<b>idStaticTotal</b>	int	4	ne	ne	ano	Jednoznačné číslo statistiky. Cizí klíč z

Atribut	Datový typ	Velikost (bajty)	Klíč	Null	Index	IO a popis	
						tabulky pongridstatistictotal.	
<b>idUser</b>	int	4	ne	ne	ano	Jednoznačné číslo uživatele. Cizí klíč z tabulky user.	
<b>totConstrArea</b>	double	8	ne	ne	ne	Celková plocha konstrukcí.	

Tabulka 7: Typ entity ppowerongrid

### Typ entity ppoweroffgrid

Ppoweroffgrid obsahuje informace o vytvořené fotovoltaické elektrárně typu off-grid.

Atribut	Datový typ	Velikost (bajty)	Klíč	Null	Index	IO a popis	
<b>id</b>	int	4	ano	ne	ano	Jednoznačné číslo vytvořené fotovoltaické elektrárny.	
<b>countAccumulator</b>	int	4	ne	ne	ne	Počet akumulátorů fotovoltaické elektrárny.	
<b>countInverterOffGrid</b>	int	4	ne	ne	ne	Počet střídačů fotovoltaické elektrárny.	
<b>countPanel</b>	int	4	ne	ne	ne	Počet panelů fotovoltaické elektrárny.	
<b>countRegulator</b>	int	4	ne	ne	ne	Počet regulátorů fotovoltaické elektrárny.	
<b>maxTmp</b>	double	8	ne	ne	ne	Maximální teplota okolí.	

Atribut	Datový typ	Velikost (bajty)	Klíč	Null	Index	IO a popis
<b>minTmp</b>	double	8	ne	ne	ne	Minimální teplota okolí.
<b>name</b>	varchar	256	ne	ano	ne	Název fotovoltaické elektrárny .
<b>alb</b>	double	8	ne	ne	ne	Odrazivost.
<b>gpsX</b>	double	8	ne	ne	ne	X -souřadnice.
<b>gpsY</b>	double	8	ne	ne	ne	Y - souřadnice.
<b>linke</b>	double	8	ne	ne	ne	Linkeho činitel zákalu atmosféry.
<b>slope</b>	double	8	ne	ne	ne	Sklon.
<b>totCableLength</b>	double	8	ne	ne	ne	Celková délka kabeláže.
<b>totCablePrice</b>	double	8	ne	ne	ne	Celková cena kabeláže.
<b>totCircuitBreakerPrice</b>	double	8	ne	ne	ne	Celková cena jističích prvků.
<b>totConstrPrice</b>	double	8	ne	ne	ne	Celková cena konstrukcí.
<b>totDiagPrice</b>	double	8	ne	ne	ne	Cena jednoho bloku.
<b>totPanelArea</b>	double	8	ne	ne	ne	Celková plocha panelů.
<b>totalPower</b>	double	8	ne	ne	ne	Celkový výkon fotovoltaické elektrárny.
<b>totalPrice</b>	double	8	ne	ne	ne	Celková cena.
<b>wkc</b>	double	8	ne	ne	ne	Cena jednoho vyrobeného wattu.
<b>idStaticTotal</b>	int	4	ne	ne	ano	Jednoznačné číslo statistiky. Cizí klíč z

Atribut	Datový typ	Velikost (bajty)	Klíč	Null	Index	IO a popis	
						tabulky poffgridstatistictotal.	
<b>idUser</b>	int	4	ne	ne	ano	Jednoznačné číslo uživatele. Cizí klíč z tabulky user.	
<b>totConstrArea</b>	double	8	ne	ne	ne	Celková plocha konstrukcí	

Tabulka 8: Typ entity ppoweroffgrid

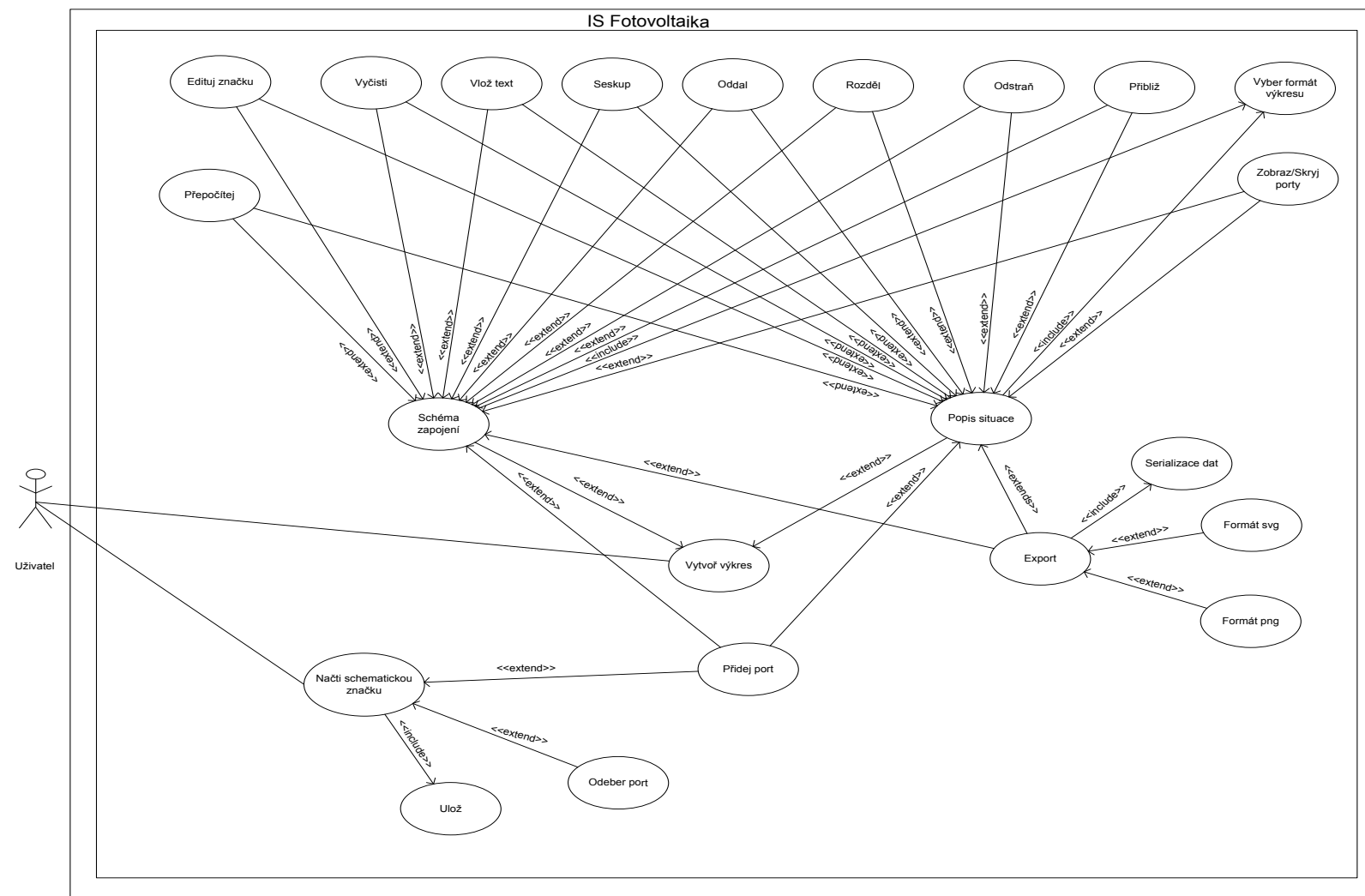
## 8.2 Funkční analýza

Funkční analýza se používá k rozboru všech funkcí analyzovaného systému. Jednotlivé funkce byly navrženy zadavatelem, nebo vyplynuly z potřebné funkcionality systému.

### 8.2.1 Diagram případů užití

Diagram případů užití popisuje vztahy mezi případy užití systému a aktéry stojícími vně systému. Každý případ užití lze chápat jako posloupnost vzájemně navazujících transakcí vykonaných v dialogu mezi aktérem a vlastním softwarovým systémem.[6]





Obrázek 11:Diagram případů užití

## 8.2.2 *Popis případů užití*

### **Vytvoř výkres**

1. EXTENDS „Schéma zapojení “ - tento krok se provede pokud modul vyhodnotí podle vstupního XML, že se jedná o požadavek vytvořit schéma zapojení fotovoltaické elektrárny.
2. EXTENDS „Popis situace “ - tento krok se provede pokud modul vyhodnotí podle vstupního XML, že se jedná o popis situace rozmístění konstrukcí na uživatelem zadanou plochu.

### **Schéma zapojení**

1. INCLUDE „Vyber formát výkresu “
2. Aplikace sestaví technický výkres zadaného formátu.
3. Aplikace provede kontrolu, zda je možné všechny komponenty umístit na zvolený formát.
  - a. Jestliže aplikace vyhodnotí formát za nedostatečný.
    - i. Aplikace informuje uživatele o nedostatečném formátu výkresu.
    - ii. Případ užití přejde na krok 1.
4. EXTEND „Vyčisti“ - tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel, nebo jej bude potřebovat provést aplikace.
5. EXTEND „Přepočítej“ - tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel.
6. EXTEND „Edituj značku“ - tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel, nebo jej bude potřebovat provést aplikace.
7. EXTEND „Seskup“ - tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel, nebo jej bude potřebovat provést aplikace.
8. EXTEND „Export“ - tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel.
9. EXTEND „Oddal“ - tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel, nebo jej bude potřebovat provést aplikace.
10. EXTEND „Vlož text“ - tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel, nebo jej bude potřebovat provést aplikace.
11. EXTEND „Přiblíž“ - tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel, nebo jej bude potřebovat provést aplikace.
12. EXTEND „Rozděl“ - tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel, nebo jej bude potřebovat provést aplikace.
13. EXTEND „Odstraň“ - tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel, nebo jej bude potřebovat provést aplikace.
14. EXTEND „Zobraz/Skryj porty“ - tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel, nebo jej bude potřebovat provést aplikace.

15. EXTEND „přidej port“ - tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel, nebo jej bude potřebovat provést aplikace.

### **Popis situace**

1. INCLUDE „Vyber formát výkresu“
2. Aplikace sestaví technický výkres zadaného formátu.
3. Aplikace provede kontrolu, zda je možné definovaný počet konstrukcí umístit na pozemek.
  - a. Jestliže aplikace vyhodnotí definovaný pozemek příliš malý na umístění všech konstrukcí.
    - i. Aplikace informuje uživatele o nedostatečné velikosti pozemku.
    - ii. Uživatel potvrdí toto rozvržení.
      - a. Jestliže uživatel toto rozvržení nepotvrdí.
        - i. Aplikace přejde na stránku IS, která slouží k zadání souřadnic pozemku.
        - ii. Příklad užití pokračuje krokem 1.
4. EXTEND „Vyčisti“ - tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel, nebo jej bude potřebovat provést aplikace.
5. EXTEND „Přepočítej“ - tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel.
6. EXTEND „Edituj značku“- tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel, nebo jej bude potřebovat provést aplikace.
7. EXTEND „Seskup“- tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel, nebo jej bude potřebovat provést aplikace.
8. EXTEND „Export“- tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel.
9. EXTEND „Oddal“- tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel, nebo jej bude potřebovat provést aplikace.
10. EXTEND „Vlož text“- tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel, nebo jej bude potřebovat provést aplikace.
11. EXTEND „Přiblíž“- tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel, nebo jej bude potřebovat provést aplikace.
12. EXTEND „Rozděl“- tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel, nebo jej bude potřebovat provést aplikace.
13. EXTEND „Odstraň“- tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel, nebo jej bude potřebovat provést aplikace.
14. EXTEND „Zobraz/Skryj porty“- tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel, nebo jej bude potřebovat provést aplikace.
15. EXTEND „přidej port“- tento krok se provede pouze tehdy, pokud o jeho provedení požádá uživatel, nebo jej bude potřebovat provést aplikace.

### **Vyber formát výkresu**

1. Aplikace zobrazí uživateli nabídku dostupných formátů výkresů.
2. Uživatel zvolí požadovaný formát výkresu.
  - a. Jestliže uživatel formát výkresu nezvolí.
    - i. Konec případu užití.
3. Uživatel potvrdí vybraný formát výkresu.

### **Vyčisti**

1. Aplikace vyhledá veškeré komponenty na kreslicím plátně.
2. Aplikace odstraní komponenty z kreslicího plátna.
  - a. Pokud je kreslicí plátno prázdné.
    - i. Aplikace neprovádí žádnou akci.

### **Odstraň**

1. Uživatel vybere komponenty na kreslicím plátně.
  - a. Jestliže uživatel nevybral žádné komponenty.
    - i. Aplikace neprovádí žádnou akci.
    - ii. Konec případu užití.
2. Aplikace odstraní seznam vybraných komponent z kreslicího plátna.

### **Seskup**

1. Uživatel vybere skupinu komponent na kreslicím plátně.
  - a. Jestliže uživatel nevybral žádné komponenty.
    - i. Aplikace neprovádí žádnou akci.
    - ii. Konec případu užití.
2. Aplikace seskupí seznam vybraných komponent a vytvoří z nich jednu.

### **Rozděl**

1. Uživatel vybere seskupenou komponentou.
  - a. Jestliže uživatel nevybral seskupenou komponentu.
    - i. Aplikace vrátí danou komponentu jako cele.
    - ii. Konec případu užití.
2. Aplikace rozdělí komponenty na skupinu komponent, vrátí jejich pole a vykreslí je jako samostatné objekty na kreslicí plátno.

### **Přiblíž**

1. Aplikace přiblíží aktuální prohlížejší část kreslicího plátna.
  - a. Jestliže je přiblížení maximální
    - i. Modul neprovádí žádnou akci.

## **Oddal**

1. Aplikace oddálí aktuální prohlížejší část kreslicího plátna.
  - a. Jestliže je oddálení maximální.
    - i. Aplikace neprovádí žádnou akci.

## **Vlož text**

1. Uživatel vybere na kreslicím plátně oblast pro vložení textu.
2. Aplikace vloží na zvolené souřadnice komponentu umožňující psát text.

## **Přepočítej**

1. Aplikace zobrazí uživateli okno pro výběr střídače k přepočtu výkonu.
2. Uživatel vybere požadovaný střídač, nebo DC regulátor.
  - a. Jestliže uživatel nevybere zařízení.
    - i. Uživatel potvrdí operaci pro přepočítání.
    - ii. Aplikace zobrazí uživateli informaci o tom, že nevybral žádné zařízení.
    - iii. Příklad užití pokračuje krokem 2.
3. Uživatel potvrdí operaci pro přepočítání.
4. Modul zašle XML dokument IS s potřebnými informacemi pro výpočet výkonu FV panelů pro dané zařízení do databáze.

## **Edituj značku**

1. Uživatel vybere libovolnou schematickou značku.
2. Aplikace zobrazí uživateli okno pro editaci schematických značek.
3. Uživatel si zvolí libovolný počet zachytných bodů pro každou stranu značky.
4. Aplikace modifikuje značku podle uživatelského nastavení.

## **Export**

1. Aplikace nabídne uživateli seznam formátů do kterých je možno exportovat výkres.
2. Uživatel zvolí typ souboru pro export technického výkresu.
3. Modul zobrazí uživateli dialogové okno pro zadání názvu souboru.
4. Uživatel zadá název souboru.
  - a. Pokud uživatel nezadá název souboru.
    - i. Návrat na krok 1
5. INCLUDE „Serializace dat“
6. Aplikace provede export souboru do zvoleného formátu.
  - a. Jestliže uživatel zvolil export do png.
    - i. EXTEND „Formát png“
  - b. Jestliže uživatel zvolil export do svg.
    - i. EXTEND „Formát svg“

### **Formát png**

1. Aplikace načte kreslicí plátno.
2. Aplikace exportuje plátno do formátu png.
  - a. Jestliže nastane při exportu chyba.
    - i. Modul informuje o situaci uživatele.
    - ii. Konec případu užití.
3. Modul zašle soubor do databáze.
  - a. Jestliže nastane při zasílání chyba.
    - i. Modul informuje o situaci uživatele.

### **Formát svg**

1. Aplikace načte kreslicí plátno.
2. Aplikace exportuje plátno do formátu svg.
  - a. Jestliže nastane při exportu chyba.
    - i. Aplikace informuje o situaci uživatele.
    - ii. Konec případu užití.
3. Aplikace zašle soubor do databáze.
  - a. Jestliže nastane při zasílání chyba.
    - i. Aplikace informuje o situaci uživatele.

### **Serializace dat**

1. Aplikace načte kreslicí plátno.
2. Aplikace vytvoří ze všech objektů na kreslicím plátně pole bajtů
3. Aplikace zašle soubor do databáze.
  - a. Jestliže nastane při zaslání chyba.
    - i. Modul informuje o situaci uživatele.

### **Načti schematickou značku**

1. Uživatel zvolí schematickou značku.
2. Aplikace načte schematickou značku a vloží ji do kreslicího plátna.
3. Uživatel provádí operace:
  - a. EXTEND „Přidej port“
  - b. EXTEND „Odeber port“
4. Dokud uživatel neukončí modifikaci schematické značky.
5. INCLUDE „Ulož“

### **Přidej port**

1. Uživatel vybere libovolné místo na kreslicí ploše.
2. Aplikace na zvolenou souřadnici vloží port.

### **Odeber port**

1. Uživatel vybere libovolný port na kreslicí ploše.
  - a. Jestliže se uživateli nepodařil vybrat port.
    - i. Aplikace neprovede žádnou akci.
    - ii. Příklad užití pokračuje krokem 1.
2. Aplikace na zvolené souřadnici odstraní port.

### **Ulož**

1. Uživatel zvolí uložení schematické značky.
2. Aplikace vytvoří ze schematické značky pole bajtů a přepoše ji do databáze.

### **Zobraz/Skryj porty**

1. Jestliže aplikace má zachytné porty již zobrazeny.
  - a. Aplikace skryje zachytné porty.
  - b. Konec případů užití.
2. Aplikace zobrazí zachytné porty.

## 9 Implementace

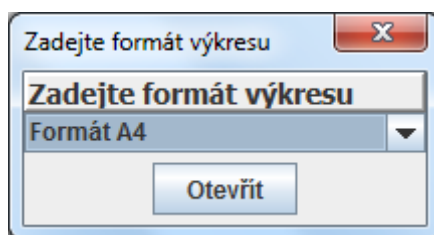
V této fázi byla aplikace rozdělena do dvou modulů. První modul slouží k vytváření technických výkresů a skládá se ze dvou částí. První část slouží k vytváření schématu zapojení fotovoltaické elektrárny. Druhou částí se zabývá vytvořením popisu situace rozmístění konstrukcí na pozemek. Tyto výkresy jsou předzpracovány na základě získaných informací z IS. Vytvořené výkresy je možno jednoduše po sestavení editovat. Druhý modul slouží k ukládání vlastních schematických značek do databáze. Tyto schematické značky jsou poté používány v prvním modulu.

V této části bych rád jednotlivé moduly podrobněji popsal.

### 9.1 Modul pro vytváření technických výkresů

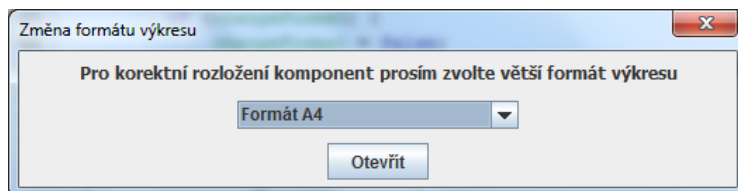
#### 9.1.1 Struktura modulu schematického zapojení

Jedná se o stěžejní modul, na kterém je prováděno samotné vykreslování schématu zapojení. Po spuštění modulu se objeví dialogové okno umožňující vybrat uživateli požadovaný formát technického výkresu.(Obrázek:13)



Obrázek 12:Zadejte formát výkresu

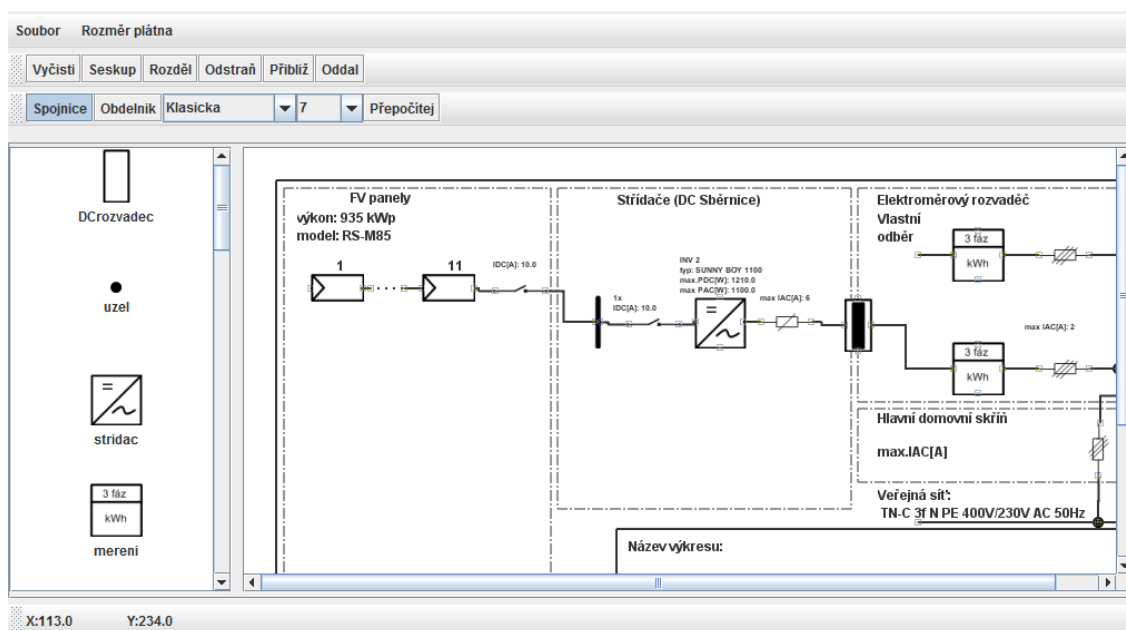
Po výběru formátu modul ověří, zda vytvořené přehledové schéma fotovoltaické elektrárny je schopno se korektně vykreslit na zvolený formát. Jestliže systém vyhodnotí, že je zvolený formát na dané schéma příliš malý, zobrazí se dialogové okno informující o možnosti výběru nového formátu.(Obrázek 14)



Obrázek 13:Změna formátu výkresu

Jestliže je schéma zapojení fotovoltaické elektrárny dostačující, modul nabídne uživateli přehledové schéma fotovoltaické elektrárny ke kontrole a možné modifikaci.





Obrázek 14: Přehledové schéma fotovoltaického systému

Modul obsahuje ve své horní části 3 různá menu umožňující pracovat s kreslicím plátnem. První menu obsahuje dva rozbalovací seznamy sloužící k exportování výkresu do formátu svg, nebo png a dále rozbalovací seznam pro nastavení rozměru plátna. Druhé menu se skládá z funkčních tlačítek, které provádějí operace pro vyčištění plátna, seskupování komponent na plátně v jednu komponentu, rozdělování seskupených komponent, odstraňování komponent na plátně a dále přiblížení či oddálení celého plátna. Třetí menu obsahuje tlačítka „Spojnice“ a „Obdelník“ sloužící k nastavení funkce myši. Tlačítko spojnice indikuje klasickou funkci myši, to znamená, že myš se v tomto případě používá ke spojování jednotlivých komponent a jejich označování. Tlačítko „Obdelník“ umožní umístit na zvolené místo, na kterém je aktuální pozice kurzoru blok, sloužící například k logickému oddělení, nebo seskupení funkčně podobných, nebo logicky souvisejících komponent jednotlivých částí schématu zapojení fotovoltaické elektrárny. Další funkcí je možnost nastavit typ čáry a velikost písma komponent obsahujících text. Další nepostradatelnou funkcí je tlačítko „Přepočítej“, umožňující uživateli přepočítat vstupní elektrické výkonové parametry střídače, nebo DC regulátoru. Jestliže se uživatel rozhodne v této fázi změnit počet fotovoltaických panelů připojených k danému střídači, nebo DC regulátoru, pomocí tlačítka „Přepočítej“, je uživatel schopen zjistit, zda vytvořená modifikace je možná pro daný typ střídače, nebo DC regulátoru použít. Modul dále obsahuje v levé části seznam schematických značek. Největší část modulu zabírá kreslicí plátno, sloužící k vytvoření schematického výkresu. Na tomto kreslicím plátně systém automaticky vytvoří přehledové schéma fotovoltaické elektrárny. Spodní část modulu obsahuje informace o aktuální poloze kurzoru myši na plátně.

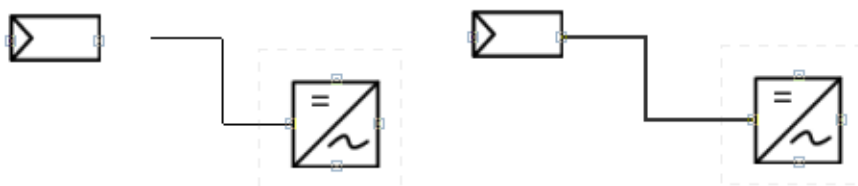
### 9.1.2 Popis významných funkcí modulu schematického zapojení

Po vytvoření schematického výkresu je možné, dále v editoru, veškeré komponenty na plátně editovat. Systém je navržen pro optimální rozvržení komponent na plátno, ale v mezních případech,

jako je odmítnutí požadavku modulu na zvolení vyššího formátu výkresu, nebo velkého počtu komponent na plátně, je možné, že systém navrhne pozice komponent nesprávně a dojde tak například k překřížení čar. V tomto případě musí uživatel buďto posunout komponentu, a tím docílí nového překreslení čar, které s touto komponentou souvisí, nebo se rozhodne editovat přímo konkrétní spojnice. Uživateli je dále umožněno editovat počet vstupů pro jakoukoliv komponentu na plátně a při editaci fotovoltaických panelů připojených ke střídači, nebo DC regulátoru, znovu zkontrolovat jejich vstupní elektrické výkonové parametry. Tyto funkce jsou podrobněji popsány v následujících kapitolách.

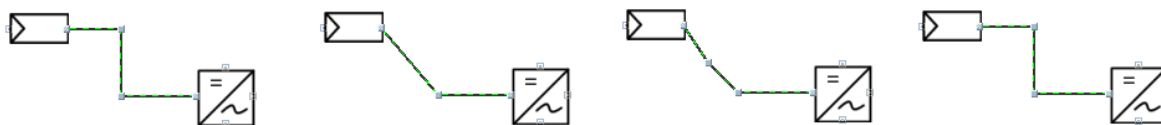
### Vytvoření a editace spojů

Spoje slouží k propojení komponent a lze je vykreslit jen mezi dvěma záchytnými porty. Spoj se začne vykreslovat, když je ve třetím menu označeno tlačítko „Spojnice“. Poté stačí jen nalézt zdrojový port, stisknout tlačítko myši a přesouvat se na port cílový. Na základě pozice kurzoru, při vytváření spoje, se v reálném čase zobrazuje orientační podoba spoje a jeho tvar. Po dosažení cílového záchytného portu a uvolnění tlačítka myši dochází k vykreslení spoje. Postup je znázorněn na obrázku.(Obrázek 16)



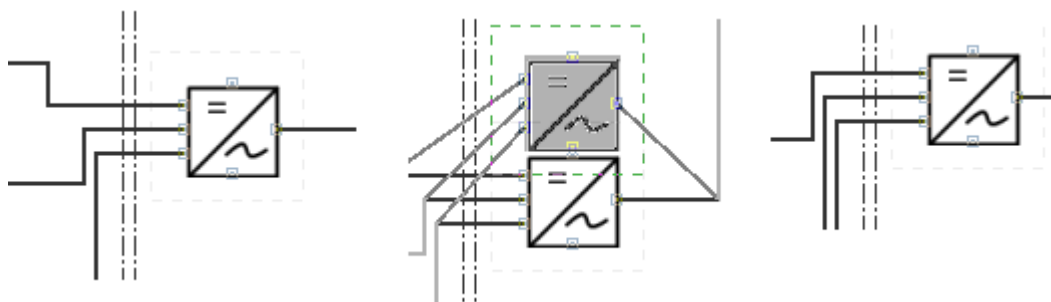
Obrázek 15:Spojování komponent

Po vykreslení je uživateli umožněno spoj editovat. Nejprve jej musí označit, poté kliknutím pravým tlačítkem myši může přidávat body pro zalomení spojnice mezi dvěma komponenty a také je pomocí tohoto tlačítka odebírat.(Obrázek 17)



Obrázek 16:Editace spoje

Komponenty, které již obsahují spoje se při přetažení samostatně překreslí.(Obrázek 18)



Obrázek 17: Přetažení střídače

## Seskupení velkého počtu fotovoltaických panelů

Modul obsahuje funkci umožňující seskupit řetězce patřící k danému střídači. Jedná se o automatickou funkci, která se vykonává ve chvíli, když modul vyhodnotí, že počet řetězců je na zvolený formát výkresu nadbytečný, nebo když je počet panelů v řetězci větší, než kolik se jich může do dané části umístit.

## Přepočet parametrů měničů

Tato funkce slouží ke kontrole vstupních elektrických výkonových parametrů střídače resp. DC regulátoru. Uživatel tuto funkci použije zejména při modifikaci počtu fotovoltaických panelů připojených k danému střídači, nebo jestliže zapojení střídač neobsahuje, potom k danému regulátoru. Po stisknutí tlačítka „Přepočítej“, které se nachází ve třetím horním menu, se zobrazí uživateli seznam střídačů, nebo DC regulátorů, které je možné zkontrolovat a modifikovat počet řetězců a panelů v řetězcích.(Obrázku 19).

id	Název	Počet řetězců	Počet panelů v řetězcích
1	kaco 5k	4	2
10	SUNNY BOY	2	4

Přepočítat

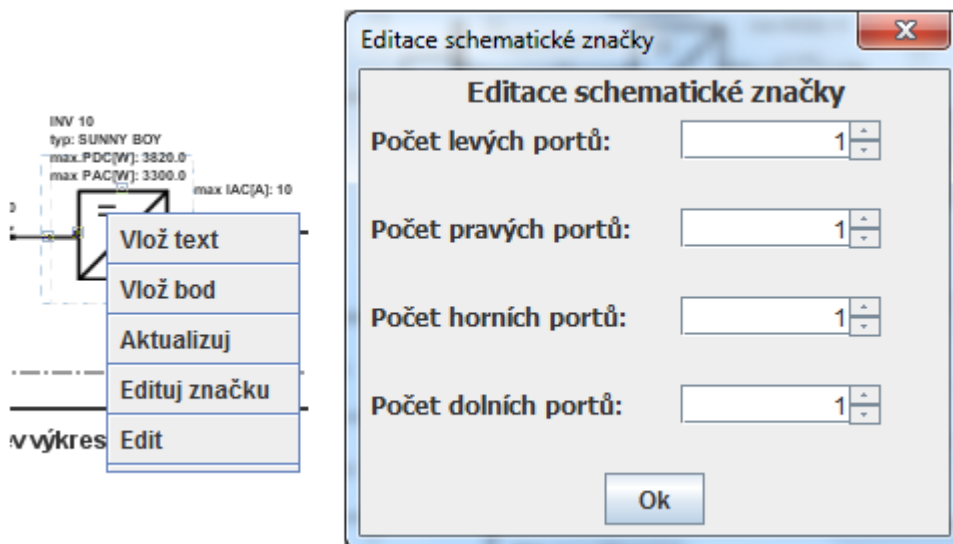
Obrázek 18: Přepočítej

Po označení a případné úpravě počtu řetězců a počtu panelů v řetězci má uživatel možnost stisknout tlačítko „Přepočítej“, které přesměruje modul na stránku zabývající se výpočtem účinnosti zařízení, na které jsou dané panely zapojeny.

## Editace schematické značky

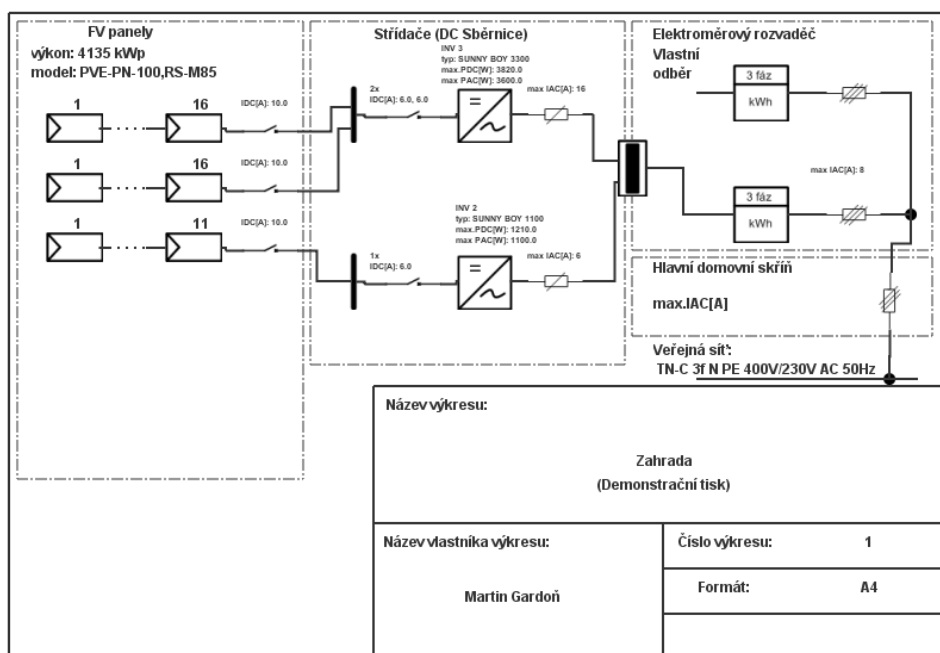
Uživatel má možnost přesouvání nových komponent z levého panelu do kreslicího plátna. V modulu je umožněno uživateli libovolně modifikovat počet portů na kterékoliv schematické značce, pomocí funkce „Edituj značku“. Funkce se vyvolá po stisknutí pravého tlačítka přímo nad

komponentou, ne nad její skupinu. Poté se zobrazí panel umožňující uživateli modifikovat počet přístupových portů na každé straně schematické značky.(Obrázek 20)



Obrázek 19: Editace schematické značky

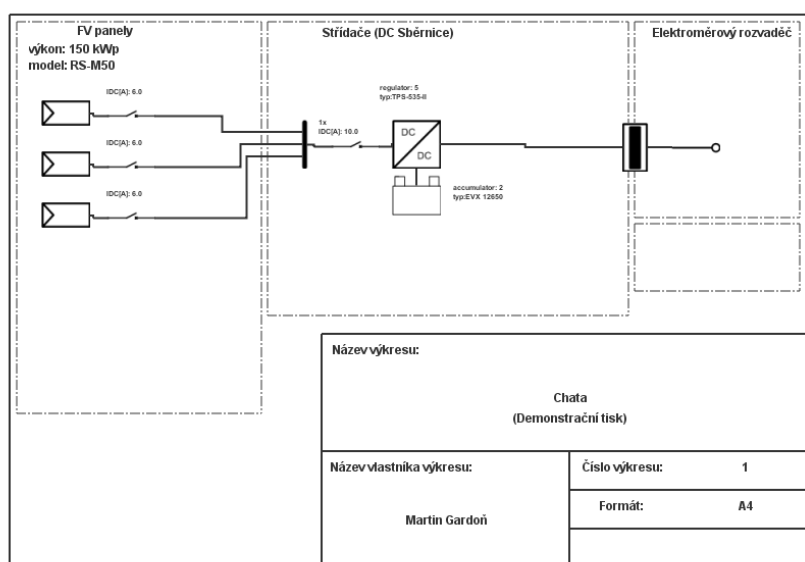
## Popis vygenerovaného výkresu



Obrázek 20: Schéma zapojení on-grid fotovoltaické elektrárny

Schéma zapojení je rozděleno do čtyř částí, které na sebe logicky navazují. První část schematického výkresu slouží k vizualizaci topologie zapojení fotovoltaických panelů a příslušných

jisticích přístrojů. Následuje druhá část, která vykresluje systém DC sběrnic a střídačů spolu s jisticími prvky. Třetí část obsahuje komponenty, které je možné umístit do elektroměrového rozvaděče, jako jsou například elektroměry, další měřicí, případně regulační přístroje a zařízení pro měření elektrické energie, ať už vyrobené, či spotřebovované. Čtvrtá část obsahuje informace o parametrech veřejné distribuční sítě, která je zpravidla umístěna v hlavní domovní skříni. Dále obsahuje jisticí přístroje, v tomto případě pojistku. Hlavní domovní skříň slouží jako faktické rozhraní mezi distribuční soustavou a zákazníkem (výrobce elektrické energie). Mezi druhou a třetí částí je umístěno rozpadové místo, které si většinou přeje provozovatel distribuční sítě. Toto rozpadové místo slouží k odstranění nežádoucího ovlivnění distribuční soustavy, které může být způsobeno nežádoucí funkcí připojeného výrobního zařízení. V budoucnu může být toto rozpadové místo používáno k řízenému připojování nebo odpojování. (Obrázek 21)



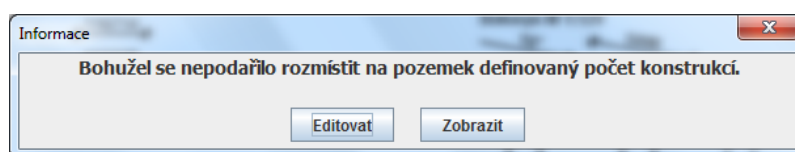
Obrázek 21: Schéma zapojení off - grid fotovoltaické elektrárny

Na obrázku (Obrázek 22) je znázorněno schéma zapojení fotovoltaické elektrárny typu off - grid. Schéma zapojení je opět rozděleno do čtyř částí, které na sebe opět logicky navazují. Mezi druhou a třetí částí je opět umístěno rozpadové místo, které je zde realizováno jako zařízení pro následnou distribuci vyrobené elektrické energie např. do domovních rozvodů atd. Třetí a čtvrtá část jsou prázdné, neboť z IS nedostávám další informace o komponentách, které by mohly tyto části obsahovat.

Protože se předpokládá, že uživatel nebude disponovat tiskárnou umožňující striktní nastavení dpi podle rozměrů výkresu, je v popisném poli pod názvem výkresu napsáno „(Demonstrační tisk)“.

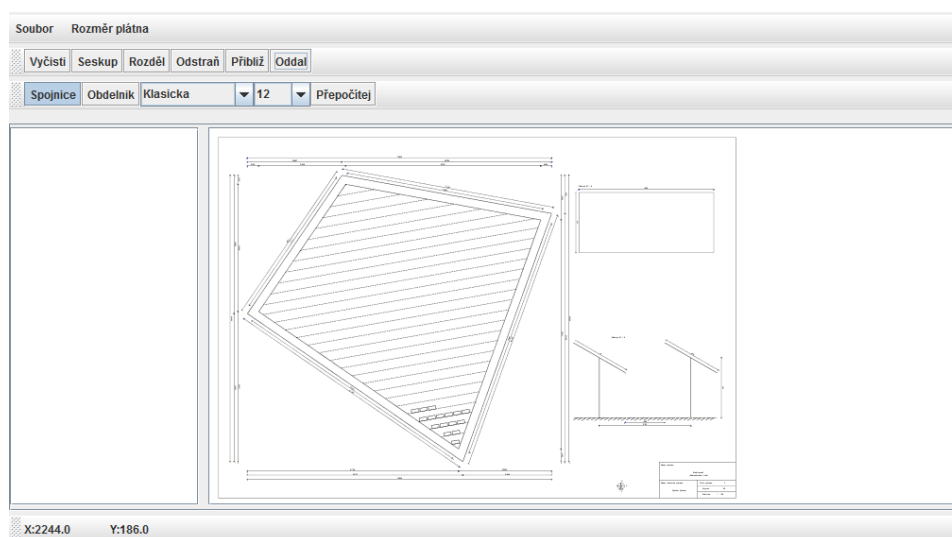
### 9.1.3 *Struktura modulu popisu situace*

Modul je spouštěn v režimu sloužícímu k sestavení popisu situace rozvržení konstrukcí na uživatelem zadanou plochu. Po zobrazení možnosti výběru formátu. (Obrázek 13), modul kontroluje, zda daný počet konstrukcí je možno umístit na uživatelem zadanou plochu. Jestliže modul vyhodnotí, že počet konstrukcí s definovanými mezerami je příliš velký, zobrazí se dialogové okno s možnostmi návratu do IS, nebo dojde k automatickému sestavení popisu situace s maximálním možným počtem konstrukcí umístěných na ploše pozemku. (Obrázek 23)



Obrázek 22: Editace počtu konstrukcí

Jestliže je počet konstrukcí na pozemek dostatečný, modul nabídne popis situace rozvržení konstrukcí na pozemek ke kontrole a možné modifikaci. (Obrázek 24)



Obrázek 23: Popis situace rozvržení konstrukcí na plochu

Z obrázku (Obrázek 24) je patrné, že funkce modulu jsou totožné. Jen funkce „Přepočítej“ je zde nepoužitelná. Pro nejpresnější výpočet rozměrů pozemku je nejlepší použít formát výkresu A0. Zde je umožněno uživateli po zvolení ne příliš vhodného formátu, formát změnit na jiný, vhodnější.

### 9.1.4 *Popis významných funkcí modulu popisu situace*

#### **Rozložení konstrukcí na pozemek**

Pro správné vykreslování rozvržení konstrukcí na uživatelem zadanou plochu, byla použita metoda nazývaná scan-line (šrafování) a dále modifikována. Tato metoda je založena na vykreslování přímek vodorovných s osou  $x$ . Přímký jsou od sebe vzdáleny na hodnotu velikosti výšky panelů a

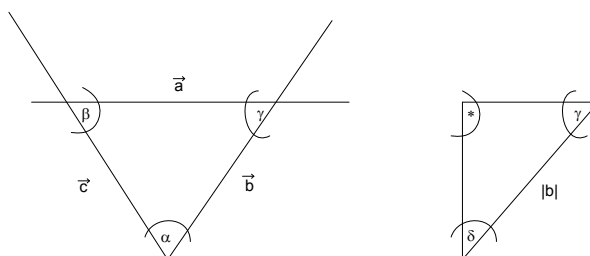
definované vzdálenosti mezi jednotlivými řadami panelů. Algoritmus vykreslování začíná vykreslovat přímky od nejjižnějšího bodu. První přímka je umístěna v takové vzdálenosti od tohoto bodu, aby bylo možné na tuto úsečku vykreslit nejméně jednu konstrukci s definovanými mezerami. Metoda výpočtu vzdálenosti první vodorovné přímky od nejjižnějšího bodu je dána pravidly výpočtu obecného trojúhelníku. Nejprve je potřeba vypočítat úhel mezi přímkami náležícími k nejjižnějšímu bodu. Tento úhel je získán pomocí vzorce pro výpočet úhlu svíraného dvěma vektory. (Rovnice 1)

$$\cos \varphi = \frac{\vec{u} \cdot \vec{v}}{\|\vec{u}\| \cdot \|\vec{v}\|},$$

Rovnice 1: Úhel svíraný dvěma vektory

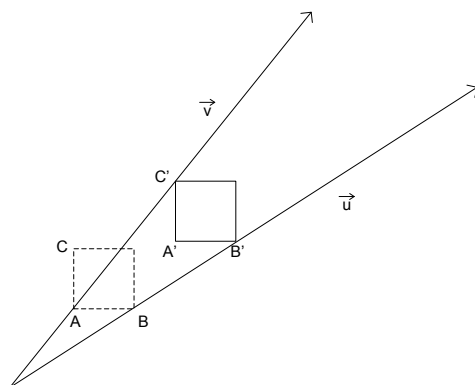
kde  $\vec{u}$  a  $\vec{v}$  jsou vektory přímek protínající nejjižnější bod.

Nyní, když je vypočtena velikost úhlu, který svírá nejjižnější bod se sousedními body (úhel  $\alpha$ ), tak pomocí stejného vzorce je vypočten úhel  $\beta$  a poté úhel  $\gamma$ . Dále je potřeba určit výšku na stranu  $a$ , tak, aby strana  $a$  měla dostatečnou šířku pro umístění alespoň jedné konstrukce. Což bylo vypočteno pomocí sinové věty a goniometrických funkcí. Postup je zobrazen na obrázku. (Obrázek 25)



Obrázek 24: Umístění první řady konstrukcí

Tímto postupem je získáno správné umístění konstrukce pouze v situaci, když mají vektory opačnou orientaci (jeden vektor je orientován doleva a druhý doprava). Jestliže mají oba vektory totožnou orientaci, nestačí pouhé posunutí první vodorovné úsečky do potřebné vzdálenosti, aby její šířka byla dostatečná pro umístění první konstrukce, ale je potřeba zjistit, zda sklon pozemku umožní umístit alespoň jednu konstrukci bez možnosti překřížení s hranicemi pozemku. Postup umístění jedné konstrukce je znázorněn na obrázku. (Obrázek 26)



Obrázek 25: Umístění první řady konstrukcí v situaci stejné orientace vektorů

Na obrázku (Obrázek 26) je zobrazeno přerušovanou čarou umístění první konstrukce pomocí předešlého postupu. Proto je potřeba danou konstrukci posunout a nalézt takový násobek vektoru  $\vec{v}$ , který by odpovídal souřadnicím bodu  $C'$ . Souřadnice bodu  $C'$  jsou tyto  $A_x + k \cdot v_x, A_y + k \cdot v_y$ . Poté musí být nalezen  $l$  násobek vektoru  $\vec{u}$ , aby byl nalezen bod  $B'$ . Jeho souřadnice jsou  $B_x + l \cdot u_x, B_y + l \cdot u_y$ . Což umožní zkonstruovat dvě rovnice o dvou neznámých. První rovnici lze získat porovnáním  $x$ -ových souřadnic bodů  $C'$  a  $B'$ . Z uvedeného postupu vyplývá rovnice. (Rovnice 2)

$$B_x + l \cdot u_x - (A_x + k \cdot v_x) = B_x - A_x$$

Rovnice 2: Vektorové posunutí konstrukce po ose  $x$

Z následující rovnice je patrné, že je možné souřadnici  $x$  bodu  $B$  a  $A$  zkrátit a upravit. Poté vypadá vzorec takto. (Rovnice 3)

$$l \cdot u_x = k \cdot v_x$$

Rovnice 3: Vektorové posunutí konstrukce (zjednodušení) po ose  $x$

Druhou rovnici lze získat porovnáním  $y$ -nových souřadnic bodu  $B'$  a  $C'$ , kde bod  $C' = A + k \cdot \vec{v}$ . Bod  $B' = B + l \cdot \vec{u}$ , rozdíl těchto dvou bodů je roven výšce udávající minimální vzdálenost mezi konstrukcemi. Výsledná rovnice, je rovnice 4.

$$B_y + l \cdot u_y + \text{výška} = A_y + k \cdot v_y$$

Rovnice 4: Vektorové posunutí konstrukce po ose  $y$

Protože  $B_y$  je rovno  $A_y$ , je možno tyto dvě hodnoty odečíst a výsledná rovnice po úpravě je rovnice 5.

$$l \cdot u_y + \text{výška} = k \cdot v_y$$

Rovnice 5: Vektorové posunutí konstrukce (zjednodušené) po ose  $y$

Nyní, když jsme získali rovnice (rovnice 3, rovnice 5) pro správné umístění konstrukce, je možné vypočítat posunutí této konstrukce o požadovanou velikost po souřadnici  $y$ . Řešíme dvě rovnice o dvou neznámých, kde si vyjádříme konstantu  $k$  z rovnice 3 a její hodnotu dosadíme do rovnice 5. Po výpočtu vychází hodnota proměnné  $l$ , která definuje velikost posunutí.



$$l = (výška \cdot v_x) / (u_x \cdot v_y - u_y \cdot v_x)$$

Rovnice 6: Velikost proměnné pro posunutí na ose y

Vypočtená hodnota se poté dosadí do rovnice pro získání vzdálenosti od nejnižnějšího bodu k prvnímu náhledu na konstrukci.

$$B'_x = B_x + l \cdot u_x$$

$$B'_y = B_y + l \cdot u_y$$

Rovnice 7: Umístění první řady konstrukcí

## Rotace pozemku

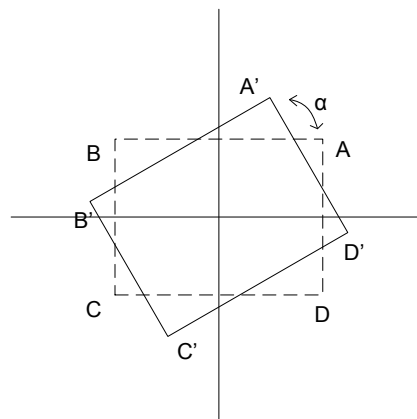
Další významnou funkcí této části modulu je rotování konstrukcí uvnitř daného pozemku z důvodu optimálního využití slunečního záření. Velikost rotace je definována informací o orientaci konstrukce. Postup je založen na natočení celého pozemku o záporný úhel, o který je potřeba rotovat konstrukci. Poté dochází k vykreslení konstrukcí, jak je popsáno výše a k rotaci celého pozemku zpět.

Pro otáčení polygonu v rovině o úhel  $\alpha$  okolo počátku souřadnicového systému platí vztah:

$$A'_x = A_x \cdot \cos \alpha - A_y \cdot \sin \alpha$$

$$A'_y = A_x \cdot \sin \alpha + A_y \cdot \cos \alpha$$

Rovnice 8: Rotace v prostoru



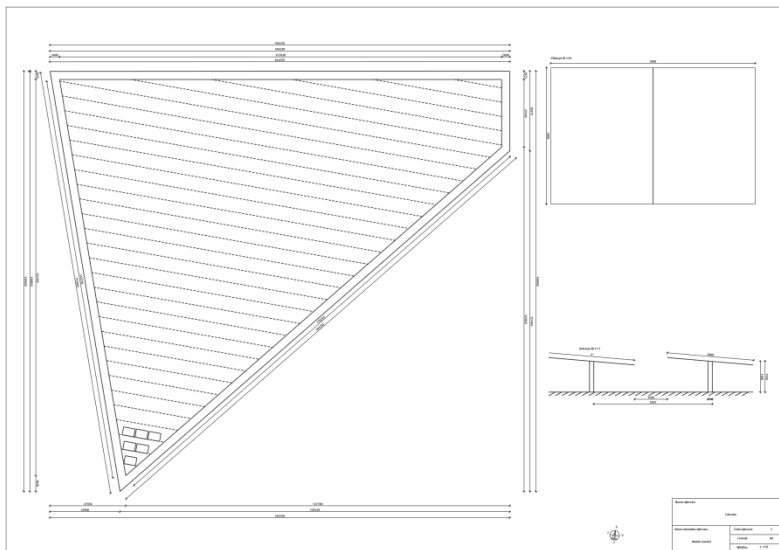
Obrázek 26: Rotace polygonu v prostoru

Pro lepší popis byl vytvořen názorný obrázek demonstrující rotaci. (Obrázek 27)

## Vytvoření měřítka komponent

Vytvoření měřítka komponenty je založeno na definování maximální velikosti prostoru, kam se má daný objekt umístit. Poté se v cyklu zmenšuje měřítko objektu na takovou velikost, která je menší nebo rovna definované velikosti. Pro správné umístění objektu na střed definovaného prostoru je vytvořen středový bod, jak pro původní obrázek, tak pro definovanou plochu.

## Popis vygenerovaného výkresu

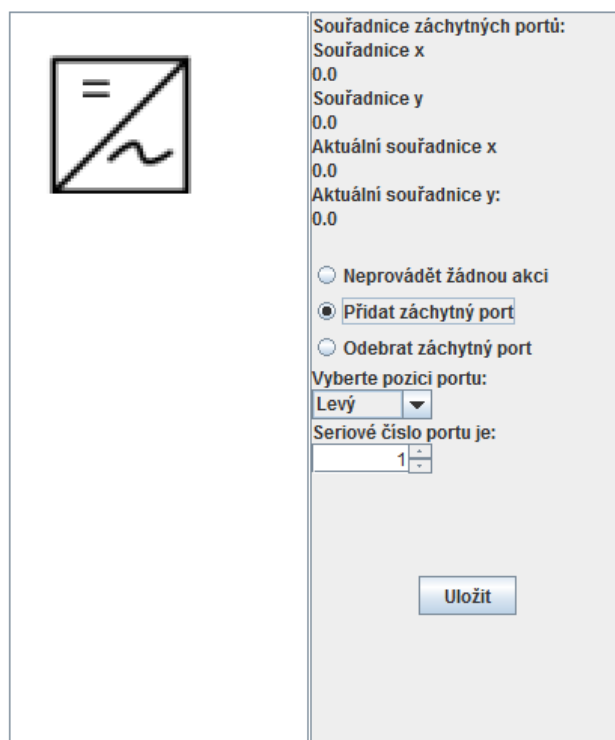


Obrázek 27: Popis situace pozemku

Na obrázku (Obrázek 28) je znázorněn popis situace rozvržení konstrukcí na pozemku. Na tomto výkresu se nachází v levé části okótovaný pozemek s konstrukcemi natočenými tak, aby získaly maximální možnou intenzitu záření během dne. V pravé části je zobrazen bokorys konstrukcí a nad ním půdorys na danou konstrukci s vyznačeným rozložením panelů na tuto konstrukci. Popisné pole opět obsahuje informaci o nepřesnostech, které mohou být způsobeny tiskárnou. Na výkresu je dále zobrazena „Severka“ znázorňující orientaci pozemku na výkresu.

## 9.2 Modul pro vytváření schematických značek

Jelikož norma pro používání schematických značek je pouhé doporučení, byl vytvořen druhý modul umožňující uživateli zadávat vlastní vzhled schematických značek a následně je vložit do modulu umožňující tvorbu schematického zapojení fotovoltaické elektrárny.(Obrázek 29)



Obrázek 28: Modul pro vytvoření schematických značek

### 9.2.1 Struktura modulu

Pro správné načtení schematické značky musí být značka uložena ve formátu jpeg, nebo png. V ideálním případě, by měla mít schematická značka rozlišení 1280x800 pixelů a měla by mít velikost 48x48pixelů. Modul je však schopen si velikost obrázku upravit samostatně.

Dále modul umožňuje schematické značce přidat libovolný počet tzv. záchytných portů. Před vložením každého záchytného portu je nutno nejprve zvolit jedinečné „Sériové číslo portu“ a poté správně zvolit vybranou pozici. Tento postup je nutné dodržet, protože modul by při nesprávném, nebo neúplném vložení portů na danou schematickou značku nebyl schopen správně automaticky vytvořit schéma zapojení.

Po úspěšné editaci schematické značky je možné tuto značku uložit a aplikace si již při svém dalším spuštění sama seznam dostupných schematických značek zaktualizuje.

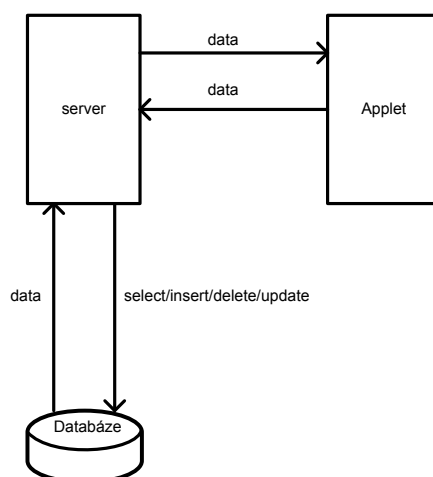
## 9.3 Databáze

Applet v běžném režimu má celou řadu omezení, týkajících se jeho schopnosti komunikace s okolním prostředím. Applet obecně může zobrazovat a přijímat informace, ale nemá schopnost přistupovat přímo ke:

- schránce
- frontě událostí na lokálním počítači

- vlastnostem operačního systému na lokálním počítači
- bezpečnostním vlastnostem operačního systému na lokálním počítači

Pokud mu k tomu osoba používající applet nenastaví potřebná práva. Pro jednoduchost používání mého appletu s přidavnými právy nepočítám. Komunikace mezi IS a appletem probíhá formou zasílání dat, buďto pomocí http, nebo Java Beans. Obecný princip komunikace je zobrazen na obrázku.(Obrázek 30)

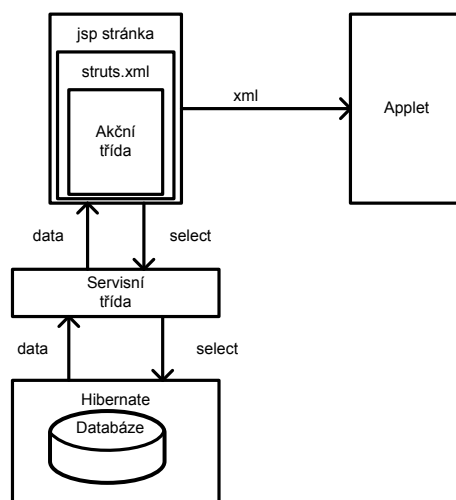


Obrázek 29: Komunikace s DB

Na obrázku je popsána zjednodušená komunikace mezi appletem, serverem a databází. Podrobnější popis pro jednotlivé typy komunikací je popsán v následujících kapitolách.

### ***9.3.1 Načítání dat získaných z IS pro vytvoření schematického výkresu***

V tomto případě se do modulu zasílají data ve formátu XML pro jejich jednoduché rozpoznání. Data se předávají do modulu pomocí tzv. Java Beans. Pro načítání potřebných dat z databáze byla vytvořena akční metoda, která při zavolání odkazu na jsp stránku obsahující applet umožní předat vytvořený XML dokument prostřednictvím své Java Bean appletu. Popis komunikace je znázorněn na obrázku.(Obrázek 31)



Obrázek 30:Načítání dat

### Příklad XML dokumentu

XML dokument obsahuje informace o typu součástek a jednotlivých parametrech důležitých pro sestavení schematického výkresu. Také obsahuje informace jako je pojmenování technického dokumentu, anebo například název vlastníka výkresu. Typy jednotlivých elementů se liší podle typu fotovoltaické elektrárny, kterou chci sestavit.

#### 1. On-grid fotovoltaická elektrárna

Příklad XML dokumentu pro sestavení on-grid fotovoltaické elektrárny.

```

<fvPowerStation>
  <connection>
    <id>2</id>
    <typePower>onGrid</typePower>
    <power>935</power>
    <name>Zahrada</name>
    <ownerPlan>Martin Gardoň</ownerPlan>
    <listInverters>
      <inverter>
        <idInverter>2</idInverter>
        <typeInverter>1</typeInverter>
        <maxPDC>1210</maxPDC>
        <maxPAC>1100</maxPAC>
        <countStrings>1</countStrings>
        <countPanelsInString>11</countPanelsInString>
        <inverterName>SUNNY BOY 1100</inverterName>
        <valueFuseForInverter>6</valueFuseForInverter>
      </inverter>
    </listInverters>
  </connection>
</fvPowerStation>

```

```

        <idPanel>20</idPanel>
        <countPanels>11</countPanels>
        <panelName>RS-M85</panelName>
    </panel>
    <dcDistributor>
        <name>DC Distributor</name>
        <idDcDistributor>4</idDcDistributor>
        <listBreakers>
            <inputValueCircuitBreaker>
                10.0
            </inputValueCircuitBreaker>
            <outputValueCircuitBreaker>
                10.0
            </outputValueCircuitBreaker>
        </listBreakers>
    </dcDistributor>
</inverter>
</listInverters>
<valueFuseForMeter>2</valueFuseForMeter>
</connection>
<symbols>
    <symbol>
        <name>DCrozvadeč</name>
        <data>.....data.....</data>
    </symbol>
</symbols>
</fvPowerStation>

```

## 2. Off-grid fotovoltaická elektrárna

Příklad XML dokumentu pro sestavení off-grid fotovoltaické elektrárny.

```

<fvPowerStation>
    <connection>
        <id>1</id>
        <typePower>offGrid</typePower>
        <power>150</power>
        <name>Chata</name>
        <ownerPlan>System System</ownerPlan>
    <listInverters>
        <inverter>
            <idInverter>-1</idInverter>
            <typeInverter>1</typeInverter>
            <inverterName></inverterName>

```

```

<countStrings>3</countStrings>
<countPanelsInString>1</countPanelsInString>
<valueFuseForInverter>-1</valueFuseForInverter>
<panel>
  <idPanel>16</idPanel>
  <countPanels>1</countPanels>
  <panelName>RS-M50</panelName>
</panel>
<regulator>
  <idRegulator>5</idRegulator>
  <regulatorName>TPS-535-II</regulatorName>
  <accumulator>
    <idAccumulator>2</idAccumulator>
    <accumulatorName>EVX 12650</accumulatorName>
  </accumulator>
</regulator>
<dcDistributor>
  <name>DC Distributor</name>
  <idDcDistributor>3</idDcDistributor>
  <listBreakers>
    <inputValueCircuitBreaker>
      6.0
    </inputValueCircuitBreaker>
    <inputValueCircuitBreaker>
      6.0
    </inputValueCircuitBreaker>
    <inputValueCircuitBreaker>
      6.0
    </inputValueCircuitBreaker>
    <outputValueCircuitBreaker>
      10.0
    </outputValueCircuitBreaker>
  </listBreakers>
</dcDistributor>
</inverter>
</listInverters>
<valueFuseForMeter>-1</valueFuseForMeter>
</connection>
<symbols>
  <symbol>
    <name>DCrozvadec</name>
    <data>.....data.....</data>
  </symbol>

```

```
</symbols>
</fvPowerStation>
```

### **Popis elementů XML dokumentu**

V této části bych rád popsal elementy XML dokumentu, které slouží k sestavení obou typů elektráren a načtení schematických značek. Kořenovým elementem je element s názvem *fvPowerStation*, který se skládá ze dvou částí:

1. Element *connection* - tento element obsahuje veškeré potřebné informace k sestavení technického výkresu.
2. Element *symbols* - tento element obsahuje veškeré informace o schematických značkách, které je možno v systému použít

#### ad 1. Popis elementu *connection*

- id - jednoznačné označení schematického výkresu (id elektrárny)
- typePower - typ fotovoltaické elektrárny
- power - celkový výkon fotovoltaické elektrárny
- name - název schematického výkresu
- ownerPlan - název vlastníka výkresu
- listInverters - element obsahující informace o všech střídačích potřebných k sestavení schematického návrhu
- inverter - element obsahující informace o střídači
- idInverter - jednoznačné označení střídače
- typeInverter - typ střídače
- maxPDC - maximální možný výkon na vstupu
- maxPAC - maximální možný výkon na výstupu
- countStrings - počet řetězců připojených ke střídači
- countPanelsInString - počet panelů v jednom řetězci
- inverterName - název střídače
- valueFuseForInverter - hodnota pojistky pro střídač
- panel - element obsahující informace o panelu
- idPanel - jednoznačné označení panelu
- countPanels - celkový počet daného typu panelu připojeného ke střídači
- panelName - název panelu
- regulator - element obsahující informace o regulátoru
- idRegulator - jednoznačné označení regulátoru
- regulatorName - název regulátoru
- accumulator - element obsahující informace o akumulátoru
- idAccumulator - jednoznačné označení akumulátoru
- accumulatorName - název akumulátoru



- dcDistributor - element obsahující informace o stejnosměrném rozvaděči
- name - název rozvaděče
- idDcDistributor - jednoznačné označení stejnosměrného rozvaděče
- listBreakers - element obsahuje informace o hodnotách jištění pro každý řetězec za i před rozvaděčem
- inutValueCircuitBreaker - vstupní hodnota jištění
- outputValueCircuitBreaker - výstupní hodnota jištění
- valueFuseForMeter - hodnota jištění za měřícím zařízením

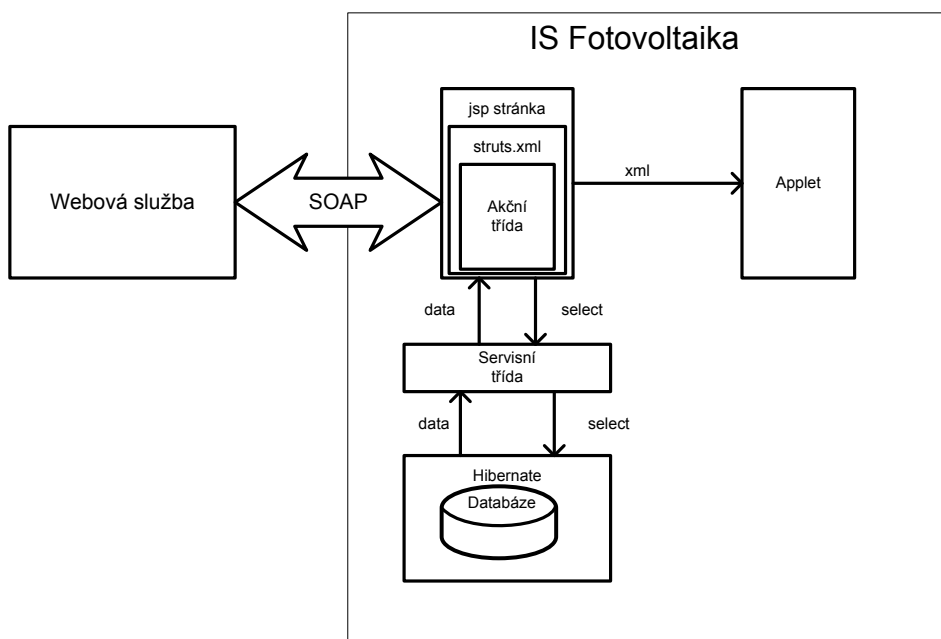
#### ad.2. Popis elementu *symbols*

Element *symbols* se skládá z dalších elementů *symbol*, které reprezentují jednotlivé schematické značky a ty obsahují následující informace:

- name - název schematické značky
- data - pole bitů reprezentující samotnou značku

### **9.3.2 Načítání dat získaných z IS pro popis situace**

Data pro vytvoření popisu situace rozmístění konstrukcí na uživatelem zadanou plochu získává applet opět pomocí XML dokumentu. XML dokument se vytváří z dat získaných z databáze a z webové služby. IS se spojuje s diplomovou prací od Bc. Michala Palucha, aby na základě vstupních parametrů byl vypočítán ideální rozestup mezi jednotlivými řadami konstrukcí a jejich orientace. Získané informace jsou poté odeslány Java Beans do appletu a na jejich základě je vytvořen popis situace rozmístění konstrukcí na uživatelem zadanou plochu. Popis komunikace je znázorněn na obrázku. (Obrázek 32)



Obrázek 31: Načtení dat pro vytvoření popisu situace

### **Příklad xml dokumentu**

```

<fvPowerStation>
  <technicalDrawing>
    <points>
      <point>
        <lat>49.8329138556742</lat>
        <lng>18.1609235661377</lng>
      </point>
      <point>
        <lat>49.8319715337727</lat>
        <lng>18.1611680760639</lng>
      </point>
      <point>
        <lat>49.8327351726294</lat>
        <lng>18.1625253260851</lng>
      </point>
      <point>
        <lat>49.8329138556742</lat>
        <lng>18.1625253260851</lng>
      </point>
    </points>
    <id>2</id>
    <distanceForRailing>2000</distanceForRailing>
    <construction>
      <widthConstruction>3000</widthConstruction>
      <lengthConstruction>2000</lengthConstruction>
      <heightConstruction>800</heightConstruction>
      <verticalDistance>1500</verticalDistance>
      <horizontalDistance>300</horizontalDistance>
    </construction>
  </technicalDrawing>
</fvPowerStation>

```

```

        <isTwoLeg>true</isTwoLeg>
        <distanceBetweenLegs>200</distanceBetweenLegs>
        <orientation>-10</orientation>
        <tilt>5</tilt>
        <countRows>1</countRows>
        <countColumns>2</countColumns>
        <countConstuctions>6</countConstuctions>
    </construction>
    <name>prvni</name>
    <ownerPlan>SYSTEM SYSTEM</ownerPlan>
</technicalDrawing>
</fvPowerStation>

```

### **Popis elementů XML dokumentu**

Tento XML dokument má opět kořenový element *fvPowerStation* a dále element *technicalDrawing* sloužící k nastavení appletu do režimu vytváření popisu situace rozmístění konstrukcí na pozemek. Element *technicalDrawing* se skládá z následujících elementů:

- points - element obsahuje informace o všech bodech potřebných k vytvoření obvodu pozemku
- point - gps souřadnice bodu pozemku
- lat - zeměpisná šířka
- lng - zeměpisná délka
- id - jednoznačné číslo fotovoltaické elektrárny
- distanceForRailing - vzdálenost od hranice pozemku
- construction - element popisující konstrukci
- widthConstruction - šířka konstrukce
- lengthConstruction - délka konstrukce
- heighConstruction - výška konstrukce
- verticalDistance - vertikální vzdálenost mezi konstrukcemi
- horizontalDistance - horizontální vzdálenost mezi konstrukcemi
- isTwoLeg - element obsahuje informaci zda konstrukce se skládá ze dvou noh
- distanceBetweenLegs - vzdálenost mezi nohami konstrukce
- orientation - orientace konstrukcí na pozemku
- tilt - sklon konstrukce k rovině
- fvPanel -element obsahuje informace o fv panelu
- counRows - počet řad panelů v konstrukci
- countColumns - počet sloupců panelů na konstrukci
- countConstuctions - počet konstrukcí
- name - pojmenování výkresu
- ownerPlan - vlastník výkresu

### **9.3.3 Načtení uloženého zapojení**

V tomto případě dochází opět k předávání dat pomocí Java Beans. Java Beans neobsahují pouze XML dokument s elementy schematických značek, ale také pole bitů obsahující kreslící plátno.

### **Příklad XML dokumentu**

```

<fvPowerStation>
  <symbols>
    <symbol>
      <name>fvPanelHorizontalni</name>
      <data>.....data.....</data>
    </symbol>
  </symbols>
</fvPowerStation>

```

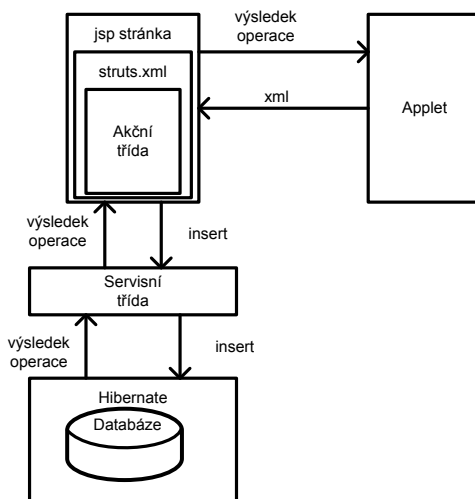
Význam jednotlivých elementů XML dokumentu je popsán v předchozí kapitole.

### 9.3.4 Načtení schematické značky

Načtení schematické značky probíhá v modulu, který slouží k načítání, přidávání záchytných portů a poté ukládání schematických značek do databáze. Postup načtení schematické značky je následující. Uživatel si vybere schematickou značku a zvolí její název. Data jsou předána pomocí Java Beans akční třídy, která je poté přeposílá dále modulu. Java Beans obsahují pouze pole bitů reprezentující schematickou značku a název.

### 9.3.5 Ukládání dat

Princip ukládání dat je pro oba moduly stejný. Ukládání probíhá metodou zaslání dat pomocí http požadavku na jsp skript, který umožní nastavení Java Beans. Pomocí akční třídy uloží získaná data do databáze. Obdobná metoda je použita pro ukládání editovaných schematických značek do tabulky obsahující schematické značky, které se poté zobrazí v modulu pro vytváření schematického nákresu fotovoltaického systému. (Obrázek 33)



Obrázek 32:Ukládání dat

Postup zasílání dat pomocí http požadavku, je také využit při zasílání informací o vybraném střídači do IS, který provede na základě těchto dat výpočet aktuálního výkonu střídače.

## **9.4 Požadavky**

Při výběru programovacího jazyku jsem měl za úkol využít programovací jazyk Java a jeho rozšíření pro práci přes web tzv. Java Applet.

## **9.5 Minimální hardwarové požadavky**

Aplikace není příliš hardwarově náročná, pro její bezproblémový chod je potřeba počítač s frekvencí procesoru alespoň 1GHz. Protože applet má velikost 1020x600 je potřeba alespoň rozlišení 1024x768. Pro bezproblémové zobrazení celé aplikace je optimální zobrazení 1280x800. Protože při kreslení technického schématu je v určitých chvílích potřeba velmi přesný pohyb kurzoru myši je vhodné při práci s appletem používat myš.

## **9.6 Minimální softwarové požadavky**

Pro správnou funkci modulu je potřeba, aby webová aplikace běžela na serveru podporující jsp a databázi MySQL. Na straně klienta je vyžadována instalace javy ve verzi 1.6. Pro správné zobrazení appletu je nutné mít v prohlížeči povoleno spuštění JVM (java virtual machine). Aplikace byla testována v prostředí Windows a na prohlížeči Mozilla Firefox.

## 10 Závěr

Cílem diplomové práce bylo vytvořit aplikaci, která bude komunikovat s informačním systémem a na základě získaných informací bude schopna sestavit výkresovou dokumentaci daného typu fotovoltaické elektrárny. Tato aplikace by měla být přístupná z internetu a zdarma. Při vytváření této aplikace jsem se musel seznámit s problematikou návrhu fotovoltaických elektráren a pravidly pro tvorbu technického výkresu. Dále jsem studoval vyvíjený informační systém, aby vyvíjená aplikace mohla s tímto informačním systémem co nejjednodušeji komunikovat a mohla být do něj integrována. Na základě analýzy byly vytvořeny dva moduly. První modul je schopen sestavit schéma zapojení fotovoltaické elektrárny a popis situace rozvržení konstrukcí na uživatelem zadanou plochu. Druhý modul slouží k vytváření schematických značek pro sestavení schématu zapojení fotovoltaické elektrárny. V rámci integrace modulů do IS byla vytvořena rozhraní pro snadné zadávání, editaci a odstraňování schematických značek uživatelem, a přehled nad uloženými výkresy. Dále byla v IS vytvořena webová služba pro získání optimálního rozestupu mezi konstrukcemi a orientaci k jihu od Bc. Michala Palucha. Nyní jsou moduly ve stavu, že jsou plně včleněny do IS Fotovoltaika a je s nimi možné na základě získaných informací sestavovat, editovat a vytvářet schematický výkres fotovoltaické elektrárny pro každý typ vytvořené fotovoltaické elektrárny. Dále je zde možné, na základě získaných informací, vytvářet popis situace sloužící k orientačnímu rozmístění konstrukcí na uživatelem definovanou plochu.

Vytvořená aplikace může být dále rozšířena o sadu výkresů, které by detailněji popisovaly jak schéma zapojení fotovoltaické elektrárny, tak rozložení konstrukcí na definovaný pozemek.

## Seznam literatury

1. *Planning and installing photovoltaic systems: a guide for installers, architects and engineers*. 2nd ed. Sterling, VA: Earthscan, 2008, 384 s. ISBN 18-440-7442-0.
2. *Solarsoftware.cz* [online]. c2008 [cit. 2011-03-20]. PV\*SOL®. Dostupné z WWW: <<http://www.solarsoftware.cz/?page=pvsol>>.
3. *Java sun* [online]. c2010 [cit. 2011-04-02]. Code Samples and Apps Applets. Dostupné z WWW: <<http://java.sun.com/applets/>>.
4. *JGraph User Manual* [online]. UK : [s.n.], 25th September 2009 [cit. 2011-04-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.jgraph.com/downloads/jgraph/archive/jgraph-5.13.0.0-jgraphmanual.pdf>>.
5. SPELL, Brett. *Java. Programujeme profesionálně*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2002, 1022 s. ISBN 80-722-6667-5.
6. VONDRÁK, Ivo. *METODY SPECIFIKACE SOFTWAREVÝCH SYSTÉMU : pro kombinované a distanční studium*. Ostrava : [s.n.], 2005. 65 s.
7. Technický výkres. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-04-14]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Technick%C3%BD\\_v%C3%BDkres](http://cs.wikipedia.org/wiki/Technick%C3%BD_v%C3%BDkres)
8. MURTINGER, Karel; BERANOVSKÝ, Jiří ; TOMEŠ, Milan . *Fotovoltaika elektrická energie ze slunce*. 1. vydání. Praha : EkoWatt, 2009. 92 s. ISBN 978-80-87333-01-3.
9. *Isofenenergy* [online]. c2009 [cit. 2011-04-03]. Fotovoltaická elektrárna. Dostupné z WWW: <<http://www.isoenergy.cz/fotovoltaicka-elektrarna.aspx>>.
10. Jaký Solární regulátor, nebo MPPT měnič si pořídit pro solární panely!. HNILICA, Pavel. *Solární panely (fotovoltaické panely) - jak spočítat, co koupit, jak sestavit!* [online]. © 2011 [cit. 2012-04-11]. Dostupné z: <http://www.solarnimoduly.cz/jaky-solarni-regulator.html>
11. FOŘT, Petr a Jaroslav KLETEČKO. *AutoCAD 2010: učebnice*. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2181-8.
12. MURTINGER, Karel, Jiří BERANOVSKÝ a Milan TOMEŠ. *Fotovoltaika: elektrická energie ze slunce*. 1. vyd. Praha: EkoWATT, 2009, 93 s. ISBN 978-80-87333-01-3.
13. ČSN EN ISO 5457. *Technická dokumentace: Rozměry a úprava výkresových listů*. Český normalizační institut.
14. ČSN EN ISO 216. *Psací papír a některé druhy tiskovin: Čisté formáty - Řady A a B, a označování směru výroby*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
15. Panely pro FV elektrárny. *FV ENERGIE* [online]. Brno: FV Energie, 2012 [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: <http://www.fvenergie.cz/kategorie-1/panely-pro-fv-elektrarny.html>
16. Polykrystalický fotovoltaický panel. SOLAR ENERGY. *SOLAR ENERGY* [online]. MY DVA group, 2009 [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: <http://solarni-system.cz/e-shop/polykrystalicke-panely/polykrystalicky-fotovoltaicky-panel-280-wp-1956x992x50-mm>
17. Tenkovrstvý fotovoltaický panel. SOLAR ENERGY. *SOLAR ENERGY* [online]. MY DVA group, 2009 [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: <http://solarni-system.cz/e-shop/thin-film-cigs-panely/tenkovrstvy-fotovoltaicky-panel-145-wp-1936x890x50-mm>

18. Fotovoltaické střídače: VK SOLAR systems s.r.o. *Fotovoltaické panely, komponenty pro fotovoltaické: VK SOLAR system s.r.o.* [online]. Plzeň: VK Solar system [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: <http://eshop.vksolar.cz/fotovoltaicke-stridace/>
19. AVS: Vojík - otocne. VALNÝ, Richard. *AVS: Vojík* [online]. Střelské Hoštice: RichVaSoft, 2010 [cit. 2012-04-27]. Dostupné z: <http://www.vojik-avs.cz/index.php?id=otocnae&lang=cz>
20. Regulátory. VANČURA a Tomáš ADÁMEK. *ELES-SOLAR: Jaroslav SLEPÁNEK - solární panely, solární technika - regulátory nabíjení* [online]. Kolín: Adámek, 2007 [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: <http://www.eles-solar.cz/regulatory>



## **Seznam příloh**

**Příloha A - Obsah CD**

**Příloha B - Uživatelská příručka**

**Příloha C - Programátorská příručka**

**Příloha D - Ukázka on-grid fotovoltaické elektrárny**

**Příloha E - Ukázka off-grid fotovoltaické elektrárny**

**Příloha F - Ukázka popisu situace rozvržení konstrukcí na plochu**

## **Příloha A - Obsah CD**

/text

- text diplomové práce

/příručky

- Uživatelská příručka
- Programátorská příručka

/jar

- obsahuje aplikaci

/src

- obsahuje zdrojové soubory aplikace

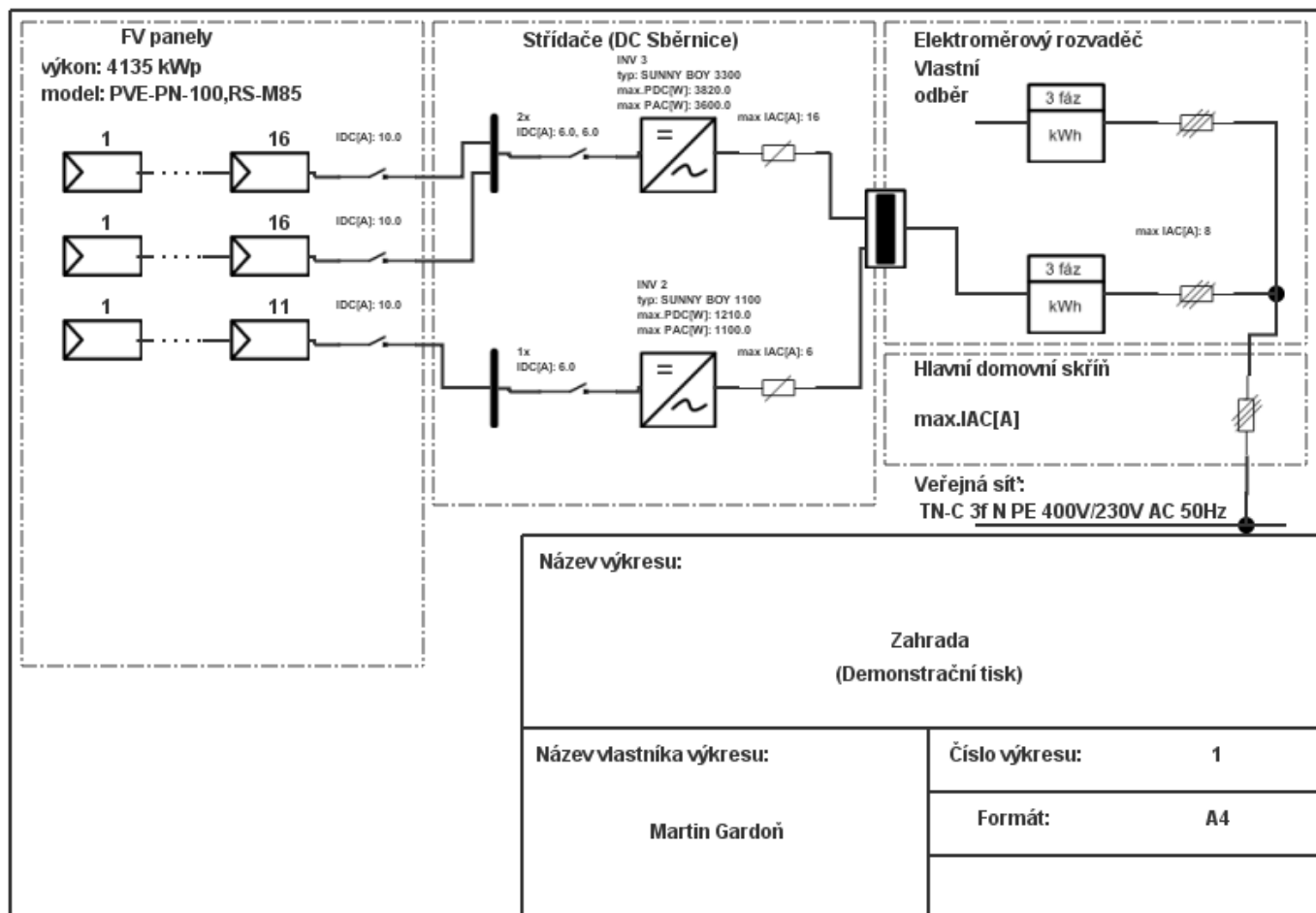
/web

- obsahuje zdrojové soubory a jsp stránky importovány do IS Fotovoltaika

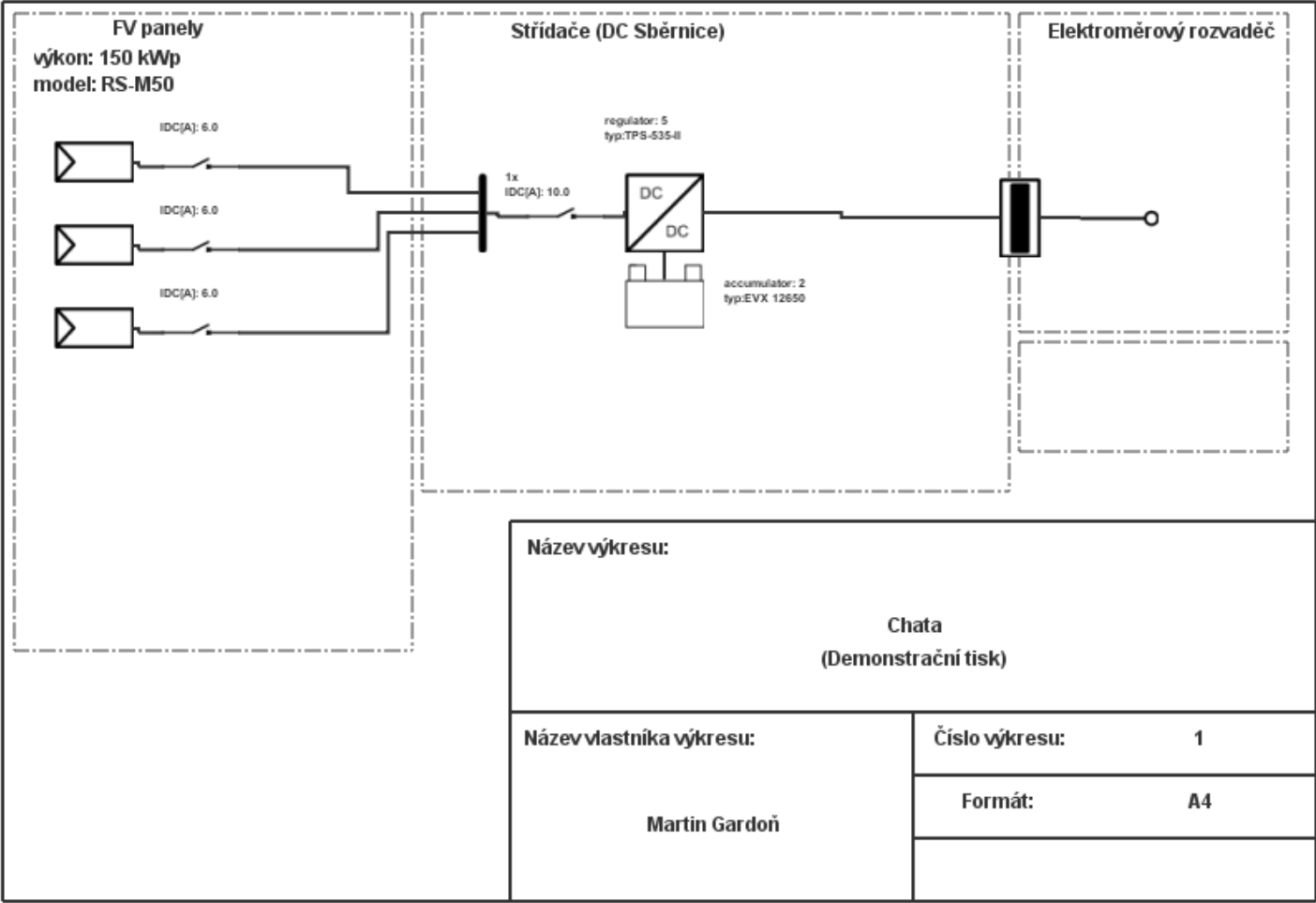
/databáze

- obsahuje strukturu tabulek se kterými applet komunikuje

# Příloha D - Ukázka on-grid fotovoltaické elektrárny



**Příloha E - Ukázka off-grid fotovoltaické elektrárny**



Příloha F - Ukázka popisu situace rozvržení konstrukcí na plochu

